

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The lean combustion-type internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition, and the exhaust air purification catalyst which is prepared in said internal combustion engine's flueway, and purifies the injurious ingredient under exhaust air, A subinjection means to make the stage when an operational status detection means to detect the operational status of said car, and the engine output after the main injection of the fuel for an engine output was carried out to said internal combustion engine do not become inject a fuel again, A fuel addition judging means to judge the propriety of activation of said subinjection means based on the operational status of the car detected by said operational status detection means, When the EGR equipment which carries out recycling of a part of exhaust air to said internal combustion engine's inhalation-of-air system is provided, and said exhaust air purification catalyst has not reached activity temperature and warming up of said internal combustion engine is not carried out The exhaust emission control device of the internal combustion engine characterized by controlling an EGR gas rate to 10 or less %, and introducing EGR gas while performing subinjection.

[Claim 2] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by performing clausilium control of an inhalation-of-air throttle valve while providing the inhalation-of-air throttle valve which adjusts the amount of the new mind inhaled by said internal combustion engine and performing EGR control.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the exhaust emission control device which purifies an internal combustion engine's exhaust air.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the internal combustion engine carried in an automobile etc. especially the Diesel engine which enables combustion of the gaseous mixture (the so-called gaseous mixture of the Lean air-fuel ratio) of a hyperoxia condition,

or the lean burn gasoline engine, a technique which purifies the nitrogen oxides (NOx) contained during this internal combustion engine's exhaust air is desired.

[0003] The technique which arranges the Lean NOx catalyst in an internal combustion engine's exhaust air system is proposed to such a demand. As an exhaust emission control device which purifies the injurious ingredient under exhaust air, the Lean NOx catalysts, such as a selection reduction type NOx catalyst and an occlusion reduction type NOx catalyst, are known.

[0004] A selection reduction type NOx catalyst is a catalyst which returns or decomposes NOx under existence of a hydrocarbon (HC) in the ambient atmosphere of hyperoxia, and in order to purify NOx with this selection reduction type NOx catalyst, HC component (reducing agent) of optimum dose is needed. In order to usually purify NOx at the time of operation since there are very few amounts of HC component under exhaust air at the time of usual operation of this internal combustion engine when using this selection reduction type NOx catalyst for said internal combustion engine's exhaust air purification, it is necessary to supply HC component to a selection reduction type NOx catalyst.

[0005] On the other hand, an occlusion reduction type NOx catalyst is a catalyst which emits NOx absorbed when the air-fuel ratio of inflow exhaust air was the Lean air-fuel ratio, NOx was absorbed and the oxygen density of inflow exhaust air fell, and returns to N₂.

[0006] It is returned to nitrogen (N₂), the nitrogen oxides (NOx) absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst being emitted when the air-fuel ratio of exhaust air which the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air are absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst, and flows into an occlusion reduction type NOx catalyst becomes low when lean combustion operation of the internal combustion engine is carried out and the air-fuel ratio of exhaust air becomes high, if this occlusion reduction type NOx catalyst is arranged at an internal combustion engine's exhaust air system.

[0007] In the exhaust air purification system using these Lean NOx catalyst, management of the catalyst floor temperature of the Lean NOx catalyst is very important.

[0008] For example, if there is activity temperature in the Lean NOx catalyst and a catalyst floor temperature separates from this activity temperature requirement, purification capacity will fall to the degree of pole.

[0009] An internal combustion engine's exhaust emission control device which was indicated by the patent No. 2845056 official report is proposed to such a problem. An internal combustion engine's exhaust emission control device indicated by this official report The amount of the reducing agent which is needed in order to return the nitrogen oxides (NOx) absorbed by the amount of the reducing agent which reacts with the oxygen under exhaust air and is consumed in an occlusion reduction type NOx catalyst, and the occlusion reduction type NOx catalyst is taken into consideration. By determining the addition of a reducing agent, it is going to solve the problem of the fall of the temperature of prevention, with NOx occlusion material by the overage and short supply of a reducing agent.

[0010] Moreover, the method of using the exhaust-gas-recirculation (EGR:Exhaust Gas Recirculation) equipment to which recycling of a part of exhaust air which flows an internal combustion engine's flueway is carried out to this internal combustion engine's inhalation-of-air path as an approach of reducing the amount of the nitrogen oxides (NOx) discharged by the internal combustion engine is proposed.

[0011] EGR equipment reduces the amount of the nitrogen oxides (NOx) which the rate of combustion and combustion temperature of gaseous mixture in an internal combustion engine's combustion chamber are reduced, with are generated at the time of combustion using the incombustibility which inert gas components, such as a steam (H₂O) contained during exhaust air, a carbon monoxide (CO), and a carbon dioxide (CO₂), have, and endoergic nature.

[0012] In addition, equipments of various configurations, such as equipment which consists of EGR valves which adjust the flow rate of the exhaust air (EGR gas) which flows the inside of the EGR path which opens an internal combustion engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and an EGR path as EGR equipment which was described above, and equipment constituted by preparing the EGR cooler for cooling EGR gas in addition to an EGR path and an EGR valve in the middle of an EGR path, are proposed.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the Lean NOx catalyst has not reached activity temperature immediately after internal combustion engine starting, a catalyst does not function, but NOx under exhaust air will pass an NOx catalyst, without being purified, and will be emitted into atmospheric air. Then, it becomes important to make the temperature rise of the NOx catalyst carry out at an early stage immediately after an internal combustion engine's starting etc.

[0014] The subinjection (it is also called postinjection) which makes the stage not to become an engine output after the main injection which makes the fuel for an engine output inject into an internal combustion engine's gas column as a means to raise the temperature of an NOx catalyst at an early stage inject a fuel again (like for example, an expansion line) can be illustrated. The fuel injected by subinjection burns within an internal combustion engine's gas column, and raises the temperature of exhaust air. If this subinjection is used, the temperature of an NOx catalyst can be raised at an early stage, but by the time an NOx catalyst reaches activity temperature also in this case, a certain amount of time amount will be needed.

[0015] Then, an NOx catalyst becomes important [also controlling discharge of NOx of a period until it reaches activity temperature]. If EGR is used when such, it will become possible to reduce discharge of NOx, but in order to take out a part of energy of exhaust air as EGR gas, for example, since the temperature of the exhaust air with which it will give to an EGR cooler in EGR cooler wearing etc., and it recycled the energy of exhaust air conversely to it falls, time amount until an NOx catalyst reaches activity temperature becomes long. Moreover, if an EGR gas rate increases, it will become the cause of a flame

failure and HC discharge will increase. However, if the amount of EGR(s) is decreased on the contrary, when the inhalation-of-air throttle valve is being used, the discharge of NOx not only increases, but in order that an internal combustion engine's inspired air volume may decrease, a compression pressure will decline, and it will become the cause of a flame failure, and HC discharge will increase.

[0016] Then, it becomes important to calculate the optimal amount of EGR(s) for realizing NOx discharge reduction and the early temperature rise of an NOx catalyst.

[0017] This invention aims at offering the technique of carrying out the temperature rise of the catalyst at an early stage, and reducing discharge of NOx of the period, with preventing aggravation of the exhaust air emission at the time between the catalyst colds in immediately after starting etc. by being made in view of various problems which were described above, and adjusting the EGR gas rate under inhalation of air in an internal combustion engine's exhaust emission control device.

[0018]

[Means for Solving the Problem] This invention adopted the following means, in order to solve said technical problem. Namely, the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention The lean combustion-type internal combustion engine which enables combustion of the gaseous mixture of a hyperoxia condition, and the exhaust air purification catalyst which is prepared in said internal combustion engine's flueway, and purifies the injurious ingredient under exhaust air, A subinjection means to make the stage when an operational status detection means to detect the operational status of said car, and the engine output after the main injection of the fuel for an engine output was carried out to said internal combustion engine do not become inject a fuel again, A fuel addition judging means to judge the propriety of activation of said subinjection means based on the operational status of the car detected by said operational status detection means, When the EGR equipment which carries out recycling of a part of exhaust air to said internal combustion engine's inhalation-of-air system is provided, and said exhaust air purification catalyst has not reached activity temperature and warming up of said internal combustion engine is not carried out While performing subinjection, the EGR gas rate was controlled to 10 or less %, and EGR gas was introduced.

[0019] In this invention, the inhalation-of-air throttle valve which adjusts the amount of the new mind inhaled by said internal combustion engine is provided, and while performing EGR control, clausilium control of an inhalation-of-air throttle valve can be performed.

[0020] Thus, the injurious ingredient under exhaust air is purified by the catalyst of an exhaust emission control device in an internal combustion engine's constituted exhaust emission control device. Moreover, when the exhaust emission control device immediately after internal combustion engine starting has not reached activity temperature, after the main injection of the fuel for generating an engine output is carried out into an internal combustion engine's gas column, subinjection which does not influence an engine output

and which makes a fuel inject again like an expansion line for example is performed. The fuel injected by this subinjection burns within a gas column, and the temperature of exhaust air rises. Thus, if high exhaust air of temperature reaches an exhaust air purification catalyst rather than usual, the temperature of an exhaust air purification catalyst will rise at an early stage.

[0021] Moreover, recycling of a part of exhaust air discharged by the internal combustion engine is carried out to an inhalation-of-air system, it serves as a recirculating gas (EGR gas), and is inhaled with new mind in a combustion chamber. EGR gas serves not to burn oneself and to reduce combustion temperature, with the yield of nitrogen oxides (NO_x) is controlled.

[0022] Although the EGR gas rate under inhalation of air is so good that it is large in the point of controlling generating of NO_x here, in the point of the early temperature rise of an exhaust air purification catalyst, an EGR gas rate is so good that it is small.

[0023] Moreover, if an inhalation-of-air throttle valve is used, the new air volume inhaled by the internal combustion engine can be adjusted, and Air Fuel Ratio Control can be performed easily. However, since the amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine is restricted and the pressure in a gas column becomes low by the inhalation-of-air throttle valve, the compression pressure in an internal combustion engine's compression stroke does not go up, but there is a possibility of carrying out a flame failure. When such, by making EGR gas inhale, a compression pressure is made to increase and a flame failure can be controlled.

[0024] In this case, a compression pressure becomes large so that an EGR gas rate is large, but if it becomes more than a predetermined rate, the unburnt hydrocarbon volume under exhaust air (it considers as THC: Total Hydrocarbons hereafter) will increase by the flame failure resulting from new air volume decreasing.

[0025] Moreover, if EGR gas becomes less than a predetermined rate, THC will increase by the flame failure resulting from a compression pressure not going up.

[0026] Thus, the EGR gas rate under inhalation of air inhaled by the internal combustion engine influences the gas constituents under exhaust air, and the temperature rise of an exhaust air purification catalyst.

[0027] Then, in this invention, it controls that the injurious ingredient under exhaust air is emitted into atmospheric air by carrying out the temperature rise of the exhaust air purification catalyst at an early stage, controlling generating of an injurious ingredient by adjusting the EGR gas rate which the optimal EGR gas percentage is 10 or less %, and is inhaled by the internal combustion engine, if based on an experimental result.

[0028]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the concrete embodiment of the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention is explained based on a drawing. Here, the case where the exhaust emission control device concerning this invention is applied to the Diesel engine for a car drive is mentioned as an example, and is explained.

[0029] Drawing 1 is drawing showing the outline configuration of the internal combustion engine which applies the exhaust emission control device concerning this invention, and its pumping system.

[0030] The internal combustion engine 1 which shows drawing 1 is a four-cycle Diesel engine of a water cooling type which has four gas columns 2.

[0031] The internal combustion engine 1 equips the combustion chamber of each gas column 2 with the fuel injection valve 3 which injects a direct fuel. Each fuel injection valve 3 is connected with the accumulator (common rail) 4 which accumulates a fuel to place constant pressure. Common-rail-pressure sensor 4a which outputs the electrical signal corresponding to the pressure of the fuel in this common rail 4 is attached in this common rail 4.

[0032] Said common rail 4 is open for free passage with the fuel pump 6 through a fuel feeding pipe 5. This fuel pump 6 is a pump which operates considering the running torque of an internal combustion engine's 1 output shaft (crankshaft) as a driving source, and pump pulley 6a attached in the input shaft of this fuel pump 6 is connected through crank-pulley 1a and the belt 7 which were attached in an internal combustion engine's 1 output shaft (crankshaft).

[0033] Thus, in the constituted fuel-injection system, if the running torque of a crankshaft is transmitted to the input shaft of a fuel pump 6, a fuel pump 6 will carry out the regurgitation of the fuel by the pressure according to the running torque transmitted to the input shaft of this fuel pump 6 from the crankshaft.

[0034] A common rail 4 is supplied through a fuel feeding pipe 5, pressure is accumulated to place constant pressure with a common rail 4, and the fuel breathed out from said fuel pump 6 is distributed to the fuel injection valve 3 of each gas column 2. And if a drive current is impressed to a fuel injection valve 3, a fuel injection valve 3 will open, consequently a fuel will be injected into a gas column 2 from a fuel injection valve 3.

[0035] Next, the inhalation-of-air branch pipe 8 is connected to the internal combustion engine 1, and each branch pipe of the inhalation-of-air branch pipe 8 is open for free passage through the combustion chamber of each gas column 2, and the suction port which is not illustrated.

[0036] Said inhalation-of-air branch pipe 8 is connected to an inlet pipe 9, and this inlet pipe 9 is connected to the air cleaner box 10. The air flow meter 11 which outputs the electrical signal corresponding to the mass of the inhalation of air which circulates the inside of this inlet pipe 9 to the down-stream inlet pipe 9, and the inhalation-of-air temperature sensor 12 which outputs the electrical signal corresponding to the temperature of the inhalation of air which circulates the inside of this inlet pipe 9 are attached from said air cleaner box 10.

[0037] The inhalation-of-air throttle valve 13 which adjusts the flow rate of the inhalation of air which circulates the inside of this inlet pipe 9 is formed in the part in which it is located in the style of [of the inhalation-of-air branch pipe 8 in said inlet pipe 9] right above. The actuator 14 for an inhalation-of-air diaphragm which consists of stepper motors

etc. and carries out the closing motion drive of this inhalation-of-air throttle valve 13 is attached in this inhalation-of-air throttle valve 13.

[0038] Compressor housing 15a of the centrifugal supercharger (turbocharger) 15 which operates considering the heat energy of exhaust air as a driving source is prepared in the inlet pipe 9 located between said air flow meters 11 and said inhalation-of-air throttle valves 13, and the intercooler 16 for cooling the inhalation of air which was compressed into the down-stream inlet pipe 9 within said compressor housing 15a, and became an elevated temperature from compressor housing 15a is formed in it.

[0039] Thus, by the constituted inhalation-of-air system, the inhalation of air which flowed into the air cleaner box 10 flows into compressor housing 15a through an inlet pipe 9, after dust, dust, etc. under inhalation of air are removed by the air cleaner which is not illustrated in this air cleaner box 10.

[0040] The inhalation of air which flowed into compressor housing 15a is compressed by the rotation of a compressor wheel by which interior was carried out to this compressor housing 15a. After being cooled by the intercooler 16, if needed, by the inhalation-of-air throttle valve 13, the inhalation of air which was compressed within said compressor housing 15a, and became an elevated temperature has a flow rate adjusted, and flows into the inhalation-of-air branch pipe 8. The inhalation of air which flowed into the inhalation-of-air branch pipe 8 is distributed to the combustion chamber of each gas column 2 through each branch pipe, and burns considering the fuel injected from the fuel injection valve 3 of each gas column 2 as an ignition source.

[0041] On the other hand, the exhaust air branch pipe 18 is connected to an internal combustion engine 1, and it is open for free passage with the combustion chamber of each gas column 2 through the exhaust air port which each branch pipe of the exhaust air branch pipe 18 does not illustrate.

[0042] Said exhaust air branch pipe 18 is connected with turbine housing 15b of said centrifugal supercharger 15. Said turbine housing 15b is connected with an exhaust pipe 19, and this exhaust pipe 19 is connected to the muffler which is not illustrated on a lower stream of a river.

[0043] In the middle of said exhaust pipe 19, the exhaust air purification catalyst 20 for purifying the harmful gas component under exhaust air is arranged. The air-fuel ratio sensor 23 which outputs the electrical signal corresponding to the air-fuel ratio of the exhaust air which circulates the inside of this exhaust pipe 19 to the down-stream exhaust pipe 19, and the exhaust air temperature sensor 24 which outputs the electrical signal corresponding to the temperature of the exhaust air which circulates the inside of this exhaust pipe 19 are attached from the exhaust air purification catalyst 20.

[0044] The exhaust air throttle valve 21 which adjusts the flow rate of the exhaust air which circulates the inside of this exhaust pipe 19 is formed in the down-stream exhaust pipe 19 from the above mentioned air-fuel ratio sensor 23 and the above mentioned exhaust air temperature sensor 24. The actuator 22 for an exhaust air diaphragm which consists of stepper motors etc. and carries out the closing motion drive of this exhaust air

throttle valve 21 is attached in this exhaust air throttle valve 21.

[0045] Thus, by the constituted exhaust air system, the gaseous mixture (burnt gas) which burned in each gas column 2 of an internal combustion engine 1 is discharged through an exhaust air port to the exhaust air branch pipe 18, and, subsequently flows into turbine housing 15b of a centrifugal supercharger 15 from the exhaust air branch pipe 18. The exhaust air which flowed into turbine housing 15b rotates the turbine wheel supported free [rotation] in turbine housing 15b using the heat energy which this exhaust air has. The running torque of a turbine wheel is transmitted to the compressor wheel of compressor housing 15a mentioned above in that case.

[0046] The exhaust air discharged from said turbine housing 15b flows into the exhaust air purification catalyst 20 through an exhaust pipe 19, and the harmful gas component under exhaust air is removed or purified. After the exhaust air removed or purified in the harmful gas component with the exhaust air purification catalyst 20 has a flow rate adjusted by the exhaust air throttle valve 21 if needed, it is emitted into atmospheric air through a muffler.

[0047] Moreover, the exhaust air branch pipe 18 and the inhalation-of-air branch pipe 8 are opened for free passage through the exhaust-gas-recirculation path (EGR path) 25 which carries out recycling of a part of exhaust air which circulates the inside of the exhaust air branch pipe 18 to the inhalation-of-air branch pipe 8. In the middle of this EGR path 25, it consists of solenoid valves etc. and the flow control valve (EGR valve) 26 which changes the flow rate of the exhaust air (EGR gas is called hereafter) which circulates the inside of said EGR path 25 according to the magnitude of impression power is formed.

[0048] At said EGR path 25, EGR cooler 27 which cools the EGR gas which circulates the inside of this EGR path 25 is formed in the upstream part from the EGR valve 26.

[0049] Thus, by the constituted exhaust-gas-recirculation device, if the EGR valve 26 is opened, the EGR path 25 will be in switch-on, a part of exhaust air which circulates the inside of the exhaust air branch pipe 18 will flow into said EGR path 25, and it will be led to the inhalation-of-air branch pipe 8 through EGR cooler 27.

[0050] In that case, by EGR cooler 27, heat exchange will be performed between the EGR gas which circulates the inside of the EGR path 25, and a predetermined refrigerant, and EGR gas will be cooled.

[0051] It is led to the combustion chamber of each gas column 2, the EGR gas which flowed back from the exhaust air branch pipe 18 to the inhalation-of-air branch pipe 8 through the EGR path 25 being mixed with new mind of having flowed from the upstream of the inhalation-of-air branch pipe 8, and burns considering the fuel injected from a fuel injection valve 3 as an ignition source.

[0052] since the inert gas component which oneself does not burn and has endoergic nature like water (H₂O) or a carbon dioxide (CO₂) is contained in EGR gas here -- EGR gas -- gaseous mixture -- if contained in inside, the combustion temperature of gaseous mixture can lower, with the yield of nitrogen oxides (NO_x) will be controlled.

[0053] Furthermore, while it is lost that the ambient temperature of this combustion

chamber rises unnecessarily when EGR gas is supplied to a combustion chamber since the volume of EGR gas will be reduced while the temperature of EGR gas itself falls if EGR gas is cooled in EGR cooler 27, the amount (volume of new mind) of the new mind supplied to a combustion chamber does not decrease unnecessarily.

[0054] Next, the exhaust air purification catalyst 20 concerning the gestalt of this operation is explained concretely.

[0055] The exhaust air purification catalyst 20 is an NO_x catalyst which purifies the nitrogen oxides (NO_x) under exhaust air under existence of a reducing agent. As such an NO_x catalyst, although a selection reduction type NO_x catalyst, an occlusion reduction type NO_x catalyst, etc. can be illustrated, an occlusion reduction type NO_x catalyst is mentioned as an example, and is explained here. Hereafter, the exhaust air purification catalyst 20 shall be called the occlusion reduction type NO_x catalyst 20.

[0056] The occlusion reduction type NO_x catalyst 20 makes an alumina support. On the support Alkali metal, such as a potassium (K), sodium (Na), a lithium (Li), or caesium (Cs), At least one chosen from alkaline earths, such as barium (Ba) or calcium (calcium), and rare earth, such as a lanthanum (La) or an yttrium (Y), and noble metals, such as platinum (Pt), are supported, and it is constituted. In addition, the occlusion reduction type NO_x catalyst which consists of gestalten of this operation by supporting barium (Ba) and platinum (Pt) on the support which consists of an alumina is mentioned as an example, and is explained.

[0057] Thus, the constituted occlusion reduction type NO_x catalyst 20 absorbs the nitrogen oxides (NO_x) under exhaust air, when the oxygen density of the exhaust air which flows into this occlusion reduction type NO_x catalyst 20 is high.

[0058] On the other hand, the occlusion reduction type NO_x catalyst 20 emits the nitrogen oxides (NO_x) which were being absorbed, when the oxygen density of the exhaust air which flows into this occlusion reduction type NO_x catalyst 20 falls. If reduction components, such as a hydrocarbon (HC) and a carbon monoxide (CO), exist during exhaust air in that case, the occlusion reduction type NO_x catalyst 20 can make nitrogen (N₂) return the nitrogen oxides (NO_x) emitted from this occlusion reduction type NO_x catalyst 20.

[0059] In addition, although there is also a part which is not clarified about the NO_x absorption/emission action of the occlusion reduction type NO_x catalyst 20, it is thought that it is performed by the about following mechanisms.

[0060] First, in the occlusion reduction type NO_x catalyst 20, if the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into this occlusion reduction type NO_x catalyst 20 turns into the Lean air-fuel ratio and the oxygen density under exhaust air increases, as shown in drawing 2 (A), the oxygen under exhaust air (O₂) will adhere on the front face of platinum (Pt) in the form of O₂⁻ or O₂⁻. The nitrogen monoxide under exhaust air (NO) reacts with O₂⁻ or O₂⁻ on the front face of platinum (Pt), and forms a nitrogen dioxide (NO₂) (2 NO+O₂⁻→2NO₂). A nitrogen dioxide (NO₂) oxidizes further on the front face of platinum (Pt), and is absorbed by the occlusion reduction type NO_x catalyst 20 in the form of nitrate ion (NO₃⁻). In addition, it combines with the barium oxide (BaO) and the nitrate ion (NO₃⁻)

absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20 forms a barium nitrate ($\text{Ba}_2(\text{NO}_3)_2$).

[0061] Thus, when the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 is the Lean air-fuel ratio, the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air are absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20 as nitrate ion (NO_3^-).

[0062] The air-fuel ratio of inflow exhaust air is the Lean air-fuel ratio, and NOx absorption which was described above is continued unless the NOx absorptance of the occlusion reduction type NOx catalyst 20 is saturated. Therefore, when the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 is the Lean air-fuel ratio, unless the NOx absorptance of the occlusion reduction type NOx catalyst 20 is saturated, the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air will be absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20, and nitrogen oxides (NOx) will be removed out of exhaust air.

[0063] On the other hand, with the occlusion reduction type NOx catalyst 20, if the oxygen density of the exhaust air which flows into this occlusion reduction type NOx catalyst 20 falls, in order that the amount of generation of a nitrogen dioxide (NO_2) may decrease on the front face of platinum (Pt), the nitrate ion (NO_3^-) combined with the barium oxide (BaO) serves as a nitrogen dioxide (NO_2) and a nitrogen monoxide (NO) conversely, and it secedes from the occlusion reduction type NOx catalyst 20.

[0064] If reduction components, such as a hydrocarbon (HC) and a carbon monoxide (CO), exist during exhaust air in that case, those reduction components will react partially with the oxygen (O_2 or O_2^-) on platinum (Pt), and will form active species. This active species makes nitrogen (N_2) return the nitrogen dioxide (NO_2) and nitrogen monoxide (NO) which were emitted from the occlusion reduction type NOx catalyst 20.

[0065] Therefore, while the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 turns into theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio and the oxygen density under exhaust air falls, when the concentration of a reducing agent increases, the nitrogen oxides (NOx) absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20 will be emitted and returned, with the NOx absorptance of the occlusion reduction type NOx catalyst 20 will be reproduced.

[0066] By the way, although the nitrogen oxides (NOx) contained during exhaust air will be absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20 since the air-fuel ratio of the exhaust air discharged by the internal combustion engine 1 serves as lean atmosphere and the oxygen density of exhaust air becomes high when lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out. If lean combustion operation of an internal combustion engine 1 is continued for a long period of time, the NOx absorptance of the occlusion reduction type NOx catalyst 20 will be saturated, and it will be emitted into atmospheric air, without removing the nitrogen oxides (NOx) under exhaust air with the occlusion reduction type NOx catalyst 20.

[0067] Since the gaseous mixture of the Lean air-fuel ratio burns in most operating range

and the air-fuel ratio of exhaust air turns into the Lean air-fuel ratio in most operating range according to it, the NOx absorptance of the occlusion reduction type NOx catalyst 20 tends [especially] to be saturated with a Diesel engine like an internal combustion engine 1.

[0068] Therefore, when lean combustion operation of the internal combustion engine 1 is carried out, it is necessary to raise the concentration of a reducing agent, while reducing the oxygen density under exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 before the NOx absorptance of the occlusion reduction type NOx catalyst 20 is saturated, and to make the nitrogen oxides (NOx) absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20 emit and return.

[0069] On the other hand, by having the reducing-agent feeder style which adds a reducing-agent slack fuel (gas oil) during the exhaust air which circulates an upstream flueway, and adding a fuel into exhaust air from this reducing-agent feeder style from the occlusion reduction type NOx catalyst 20, the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning the gestalt of this operation raised the concentration of a reducing agent while reducing the oxygen density of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20.

[0070] The reducing-agent injection valve 28 which a reducing-agent feeder style opens when it is attached in an internal combustion engine's 1 cylinder head so that the nozzle hole may face in the exhaust air branch pipe 18 and the fuel more than a predetermined injection-valve opening pressure is impressed, as shown in drawing 1 , and injects a fuel, The reducing-agent supply way 29 which leads the fuel breathed out from the fuel pump 6 mentioned above to said reducing-agent injection valve 28, The flow control valve 30 which adjusts the flow rate of the fuel which is prepared in the middle of this reducing-agent supply way 29, and circulates the inside of this reducing-agent supply path 29, The latching valve 31 which is prepared in the upstream reducing-agent supply way 29, and intercepts circulation of the fuel in this reducing-agent supply way 29 from this flow control valve 30, It has the reducing-agent pressure sensor 32 which is attached in the upstream reducing-agent supply way 29 from said flow control valve 30, and outputs the electrical signal corresponding to the pressure in this reducing-agent supply way 29.

[0071] In addition, as for the reducing-agent injection valve 28, it is desirable to be attached in the cylinder head from a connection part with the EGR path [in / in the nozzle hole of this reducing-agent injection valve 28 / the exhaust air branch pipe 18] 25, so that the set section of the exhaust air branch pipe 18 may be turned to while projecting in the exhaust air port of the gas column 2 nearest to [are a lower stream of a river and] the set section of four branch pipes in the exhaust air branch pipe 18.

[0072] This is for making it reach to turbine housing 15b of a centrifugal supercharger, without a reducing agent being overdue in the exhaust air branch pipe 18 while the reducing agent (fuel component of non-**) injected from the reducing-agent injection valve 28 prevents flowing into the EGR path 25.

[0073] In addition, although the reducing-agent injection valve 28 is attached in the

exhaust air port of the No. 1 (#1) gas column 2 in the example shown in drawing 1 since the No. 1 (#1) gas column 2 is in the set section of the exhaust air branch pipe 18, and the nearest location among four gas columns 2 of an internal combustion engine 1. When gas columns 2 other than No. 1 (#1) gas column 2 are in the set section of the exhaust air branch pipe 18, and the nearest location, the reducing-agent injection valve 28 is attached in the exhaust air port of the gas column 2.

[0074] Moreover, said reducing-agent injection valve 28 approaches penetration or a water jacket, the water jacket which was formed in the cylinder head and which is not illustrated is attached, and the reducing-agent injection valve 28 may be made to be cooled using the cooling water which circulates said water jacket.

[0075] At such reducing-agent feeder guard, valve opening of a flow control valve 30 impresses the high-pressure fuel breathed out from the fuel pump 6 through the reducing-agent supply way 29 to the reducing-agent injection valve 28. And if the pressure of the fuel impressed to the reducing-agent injection valve 28 reaches more than an injection-valve opening pressure, this reducing-agent injection valve 28 will open, and the fuel as a reducing agent will be injected into the exhaust air branch pipe 18.

[0076] the exhaust air with which the reducing agent injected into the exhaust air branch pipe 18 from the reducing-agent injection valve 28 has flowed from the upstream of the exhaust air branch pipe 18 -- ** -- it both flows into turbine housing 15b. It is agitated by rotation of a turbine wheel, homogeneity is mixed, and the exhaust air and the reducing agent which flowed in turbine housing 15b form exhaust air of a rich air-fuel ratio.

[0077] Thus, exhaust air of the formed rich air-fuel ratio flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 through an exhaust pipe 19 from turbine housing 15b, and it will be returned to nitrogen (N₂), making the nitrogen oxides (NO_x) absorbed by the occlusion reduction type NOx catalyst 20 emit.

[0078] Then, when clausilium of the flow control valve 30 is carried out and supply of the reducing agent from the fuel pump 6 to the reducing-agent injection valve 28 is intercepted, the pressure of the fuel impressed to the reducing-agent injection valve 28 becomes said under injection-valve opening pressure, consequently the reducing-agent injection valve 28 will close the valve, and addition of the reducing agent into the exhaust air branch pipe 18 will be stopped.

[0079] The electronic control unit (ECU:Electronic Control Unit) 35 for controlling this internal combustion engine 1 is put side by side in the internal combustion engine 1 constituted as stated above. This ECU35 is a unit which controls an internal combustion engine's 1 operational status according to an internal combustion engine's 1 service condition, or a demand of an operator.

[0080] Common-rail-pressure sensor 4a, an air flow meter 11, the inhalation-of-air temperature sensor 12, the pressure-of-induction-pipe force sensor 17, the air-fuel ratio sensor 23, the exhaust air temperature sensor 24, the reducing-agent pressure sensor 32, the crank position sensor 33, a coolant temperature sensor 34, and the various sensors of accelerator opening sensor 36 grade are connected to ECU35 through electric wiring, and

the output signal of the various above-mentioned sensors is inputted into ECU35.

[0081] On the other hand, it enables ECU35 to control each part which connected through electric wiring and a fuel injection valve 3, the actuator 14 for an inhalation-of-air diaphragm, the actuator 22 for an exhaust air diaphragm, the EGR valve 26, the flow control valve 30, and the latching valve 31 grade described above at ECU35.

[0082] Here, ECU35 is equipped with A/D converter (A/D) 355 connected to said input port 356 while it is equipped with CPU351, ROM352 and RAM353, the backup RAM 354 and input port 356 that were mutually connected by the bidirectional bus 350, and an output port 357, as shown in drawing 3.

[0083] Said input port 356 inputs the output signal of the sensor which outputs the signal of a digital signal format like the crank position sensor 33, and transmits those output signals to CPU351 or RAM353.

[0084] Said input port 356 is inputted through A/D355 of the sensor which outputs the signal of an analog signal format like in common-rail-pressure sensor 4a, an air flow meter 11, the inhalation-of-air temperature sensor 12, the pressure-of-induction-pipe force sensor 17, the air-fuel ratio sensor 23, the exhaust air temperature sensor 24, the reducing-agent pressure sensor 32, a coolant temperature sensor 34, the accelerator opening sensor 36, etc., and transmits those output signals to CPU351 or RAM353.

[0085] It connects with a fuel injection valve 3, the actuator 14 for an inhalation-of-air diaphragm, the actuator 22 for an exhaust air diaphragm, the EGR valve 26, a flow control valve 30, and latching valve 31 grade through electric wiring, and said output port 357 transmits the control signal outputted from CPU351 to the above mentioned fuel injection valve 3, the actuator 14 for an inhalation-of-air diaphragm, the actuator 22 for an exhaust air diaphragm, the EGR valve 26, a flow control valve 30, or a latching valve 31.

[0086] A fuel-injection control routine for said ROM352 to control a fuel injection valve 3, The exhaust air diaphragm control routine for controlling the inhalation-of-air diaphragm control routine for controlling the inhalation-of-air throttle valve 13, and the exhaust air throttle valve 21, The NOx purification control routine for purifying the nitrogen oxides (NOx) absorbed by the EGR control routine for controlling the EGR valve 26, and the occlusion reduction type NOx catalyst 20, Application programs, such as a poisoning dissolution control routine for canceling poisoning by the oxide of the occlusion reduction type NOx catalyst 20, are memorized.

[0087] In addition to the above-mentioned application program, said ROM352 has memorized various kinds of control maps. Said control map For example, the fuel-oil-consumption control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and basic fuel oil consumption (basic fuel injection duration) is shown, The fuel-injection-timing control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and basic fuel injection timing is shown, The inhalation-of-air throttle valve opening control map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and the target opening of the inhalation-of-air throttle valve 13 is shown, The exhaust air throttle valve opening control

map in which the relation between an internal combustion engine's 1 operational status and the target opening of the exhaust air throttle valve 21 is shown, It is the target addition (or) of the operational status of a control map and an internal combustion engine 1, and a reducing agent whenever [EGR valve-opening / which shows the relation between an internal combustion engine's 1 operational status, and the target opening of the EGR valve 26]. They are the reducing-agent addition control map in which relation with the target air-fuel ratio of exhaust air is shown, the flow control valve control map in which the relation between the target addition of a reducing agent and the valve-opening time amount of a flow control valve 30 is shown.

[0088] Said RAM353 memorizes the output signal from each sensor, the result of an operation of CPU351, etc. Said result of an operation is an engine rotational frequency by which the crank position sensor 33 is computed based on time spacing which outputs a pulse signal. These data are rewritten by the newest data whenever the crank position sensor 33 outputs a pulse signal.

[0089] Said backup RAM 354 is the memory of the non-volatile after an internal combustion engine's 1 shutdown can remember data to be.

[0090] Said CPU351 operates according to the application program memorized by said ROM352, and performs fuel injection valve control, inhalation-of-air throttling control, exhaust air throttling control, EGR control, NOx purification control, poisoning dissolution control, etc.

[0091] For example, in fuel injection valve control, CPU351 determines first the fuel quantity injected from a fuel injection valve 3, and determines the stage to inject a fuel from a fuel injection valve 3 subsequently.

[0092] When determining fuel oil consumption, CPU351 reads the engine rotational frequency memorized by RAM353 and the output signal (accelerator opening) of the accelerator opening sensor 36. CPU351 is accessed to a fuel-oil-consumption control map, and computes said engine rotational frequency and the basic fuel fuel oil consumption (basic fuel injection duration) corresponding to said accelerator opening. CPU351 amends said basic fuel injection duration based on the output signal value of an air flow meter 11, the inhalation-of-air temperature sensor 12, and coolant temperature sensor 34 grade etc., and determines final fuel injection duration.

[0093] When determining fuel injection timing, CPU351 is accessed to a fuel-injection initiation stage control map, and computes the basic fuel injection timing corresponding to said engine rotational frequency and said accelerator opening. CPU351 amends said basic fuel injection timing by making the output signal value of an air flow meter 11, the inhalation-of-air temperature sensor 12, and coolant temperature sensor 34 grade into a parameter, and determines final fuel injection timing.

[0094] If fuel injection duration and fuel injection timing are determined, CPU351 compares said fuel injection timing and output signal of the crank position sensor 33, and when the output signal of said crank position sensor 33 is in agreement with said fuel-injection initiation stage, it will start the impression of drive power to a fuel injection

valve 3. CPU351 stops the impression of drive power to a fuel injection valve 3, when the elapsed time from the time of starting the impression of drive power to a fuel injection valve 3 reaches said fuel injection duration.

[0095] In addition, when an internal combustion engine's 1 operational status is in idle operational status in fuel-injection control, CPU351 computes an internal combustion engine's 1 target idle rpm by making into a parameter the output signal value of a coolant temperature sensor 34, the operating state of the auxiliary machinery which operate like the compressor of the air conditioner for the vehicle interior of a room using the turning effort of a crankshaft, etc. And CPU351 carries out feedback control of the fuel oil consumption so that actual idle rpm may be in agreement with target idle rpm.

[0096] Moreover, in inhalation-of-air throttling control, CPU351 reads the engine rotational frequency and accelerator opening which are memorized by RAM353. CPU351 is accessed to an inhalation-of-air throttle valve opening control map, and computes the target inhalation-of-air throttle valve opening corresponding to an engine rotational frequency and accelerator opening. CPU351 impresses the drive power corresponding to said target inhalation-of-air throttle valve opening to the actuator 14 for an inhalation-of-air diaphragm. In that case, CPU351 detects the actual opening of the inhalation-of-air throttle valve 13, and may be made to carry out feedback control of said actuator 14 for an inhalation-of-air diaphragm based on the difference of the opening of the actual inhalation-of-air throttle valve 13, and target inhalation-of-air throttle valve opening.

[0097] Moreover, CPU351 controls the actuator 22 for an exhaust air diaphragm by exhaust air throttling control that the exhaust air throttle valve 21 should be driven in the direction of clausilium, when an internal combustion engine 1 is in the warming-up operational status after starting between the colds, or when the heater for the vehicle interior of a room is in an operating state.

[0098] in this case, an internal combustion engine's 1 load increases and the quantity of fuel oil consumption is increased corresponding to it -- things -- ** Consequently, while an internal combustion engine's 1 calorific value increases and an internal combustion engine's 1 warming up is promoted, the heat source of the heater for the vehicle interior of a room is secured.

[0099] Next, in NOx purification control, CPU351 performs rich spike control which makes the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 a rich air-fuel ratio a period short in comparison at a spike target (short time).

[0100] In rich spike control, CPU351 distinguishes whether the rich spike control execution condition is satisfied for every predetermined period. As this rich spike control execution condition, the occlusion reduction type NOx catalyst 20 is in an active state, or the output signal value (exhaust-gas temperature) of the exhaust air temperature sensor 24 is below a predetermined upper limit, poisoning dissolution control is not performed, for example, or the conditions of ** can be illustrated.

[0101] When judged with a rich spike control execution condition which was described

above being satisfied, CPU351 makes temporarily the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 a predetermined target rich air-fuel ratio by controlling a flow control valve 30 in order to make a reducing-agent slack fuel inject in spike from the reducing-agent injection valve 28.

[0102] Specifically, CPU351 reads the output signal (accelerator opening) of the engine rotational frequency memorized by RAM353 and the accelerator opening sensor 36, the output signal value (inhalation air content) of an air flow meter 11, fuel oil consumption, etc. Furthermore, CPU351 is accessed to the reducing-agent addition control map of ROM352 by making an engine rotational frequency, the above mentioned accelerator opening and the above mentioned inhalation air content, and fuel oil consumption into a parameter, and computes the addition (target addition) of the reducing agent which is needed when making the air-fuel ratio of exhaust air into the target rich air-fuel ratio set up beforehand.

[0103] Then, CPU351 is accessed to the flow control valve control map of ROM352 by making said target addition into a parameter, and computes the valve-opening time amount (target valve-opening time amount) of the flow control valve 30 which is needed when making the reducing agent of a target addition inject from the reducing-agent injection valve 28.

[0104] When the target valve-opening time amount of a flow control valve 30 is computed, CPU351 makes a flow control valve 30 open. In this case, since the high-pressure fuel breathed out from the fuel pump 6 is supplied to the reducing-agent injection valve 28 through the reducing-agent supply way 29, the pressure of the fuel impressed to the reducing-agent injection valve 28 reaches more than an injection-valve opening pressure, and the reducing-agent injection valve 28 opens.

[0105] CPU351 will carry out clausilium of the flow control valve 30, if said target valve-opening time amount passes since the time of making a flow control valve 30 open. In this case, since supply of the reducing agent from the fuel pump 6 to the reducing-agent injection valve 28 is intercepted, the pressure of the fuel impressed to the reducing-agent injection valve 28 becomes under an injection-valve opening pressure, and the reducing-agent injection valve 28 closes the valve.

[0106] Thus, when a flow control valve 30 is opened only for target valve-opening time amount, the fuel of a target addition will be injected into the exhaust air branch pipe 18 from the reducing-agent injection valve 28. And the reducing agent injected from the reducing-agent injection valve 28 is mixed with the exhaust air which has flowed from the upstream of the exhaust air branch pipe 18, forms the gaseous mixture of a target rich air-fuel ratio, and flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20.

[0107] Consequently, the air-fuel ratio of the exhaust air which flows into the occlusion reduction type NOx catalyst 20 will repeat "Lean" and "a spike target rich air-fuel ratio" by turns a period short in comparison, with the occlusion reduction type NOx catalyst 20 will repeat absorption, and emission and reduction of nitrogen oxides (NOx) in short period by turns.

[0108] Moreover, in EGR control, CPU351 reads the engine rotational frequency memorized by RAM353, the output signal (circulating water temperature) of a coolant temperature sensor 34, the output signal (accelerator opening) of the accelerator opening sensor 36, etc., and distinguishes whether the execution condition of EGR control is satisfied.

[0109] as the above-mentioned EGR control execution condition, the variation of the accelerator opening by which the internal combustion engine 1 is continuously operated beyond predetermined time from the time of starting which has a circulating water temperature beyond predetermined temperature is a positive value -- etc. -- conditions can be illustrated.

[0110] When it judges with an EGR control execution condition which was described above being satisfied, CPU351 is accessed to a control map whenever [EGR valve-opening] by making an engine rotational frequency and accelerator opening into a parameter, and computes whenever [corresponding to said engine rotational frequency and said accelerator opening / target EGR valve-opening]. CPU351 impresses the drive power corresponding to whenever [said target EGR valve-opening] to the EGR valve 26. When it judges with on the other hand an EGR control execution condition which was described above not being satisfied, CPU351 is controlled that the EGR valve 26 should be held in the close-by-pass-bulb-completely condition.

[0111] Here, in this invention, when the NOx catalyst 20 had not reached activity temperature immediately after an internal combustion engine's 1 starting etc., the EGR gas rate under inhalation of air was adjusted, and we reduced the harmful matter under exhaust air, and decided to carry out the temperature rise of the NOx catalyst 20 at an early stage further.

[0112] Hereafter, the EGR control concerning this invention is described.

[0113] Immediately after an internal combustion engine's 1 starting, since the NOx catalyst 20 has not reached activity temperature, the NOx catalyst 20 is not functioning.

[0114] In such a condition, NOx under exhaust air will pass the NOx catalyst 20, without being purified, and will be emitted into atmospheric air.

[0115] Here, it is as effective in inside as an internal combustion engine's 1 expansion line to perform subinjection (postinjection) which makes a fuel inject secondarily as a means to raise the temperature of the NOx catalyst 20 at an early stage. Thus, the fuel injection which performs making a fuel inject like an expansion line into a compression stroke is because there is a possibility that an engine output may be raised and operational status may get worse. The fuel injected by subinjection burns within a gas column 2, and raises the gas temperature in a gas column 2. The gas by which temperature rose is exhausted, reaches the NOx catalyst 20 through an exhaust pipe 19, and raises the temperature of the NOx catalyst 20. Thus, if subinjection is used, the temperature of an NOx catalyst can be raised at an early stage.

[0116] If the amount and fuel injection timing of subinjection map-ize beforehand relation between accelerator opening, an engine rotational frequency, the subinjection quantity, or

subfuel injection timing and ROM352 is made to memorize them, they are computable from the map, accelerator opening, and engine rotational frequency. Furthermore, an internal combustion engine's 1 circulating water temperature may be applied as a parameter.

[0117] However, the temperature of the NOx catalyst 20 rises, and by the time it reaches the activity temperature of a catalyst, a certain amount of time amount will be needed. NOx discharged in the meantime passes the NOx catalyst 20, without being purified, and is emitted into atmospheric air. Then, it will be necessary to reduce the NOx discharge in the meantime itself.

[0118] Use of EGR is mentioned as a means to reduce an NOx discharge. Drawing 4 is drawing which asked for the relation between the EGR gas rate under inhalation of air, and an NOx discharge. This drawing shows that an NOx discharge decreases, so that an EGR gas rate is large. However, it becomes EGR gas, and the exhaust gas to recycle is inhaled into a gas column 2, without heating the NOx catalyst 20. Since the temperature of EGR gas falls in the meantime, the temperature of the exhaust air which reaches the NOx catalyst 20 becomes low, so that an EGR gas rate is large, and it will be contrary to the original purpose of carrying out the temperature rise of the NOx catalyst 20 at an early stage.

[0119] Thus, in the point of reducing the discharge of NOx, although the EGR gas rate under inhalation of air is so good that it is large, in the point of the early temperature rise of the NOx catalyst 20, an EGR gas rate is so good that it is small.

[0120] Moreover, if the inhalation of air throttle valve 13 is used, since the new air volume inhaled by the internal combustion engine 1 can be adjusted and Air Fuel Ratio Control can carry out easily, it is effective in exhaust air purification. However, since the amount of the new mind inhaled by the internal combustion engine 1 is restricted and the pressure in a gas column 2 becomes low by the inhalation of air throttle valve 13, the compression pressure in an internal combustion engine's compression stroke does not go up, but there is a possibility of carrying out a flame failure. Drawing 5 is drawing which asked for the relation between the EGR gas rate under inhalation of air, and the compression pressure in a gas column 2. This drawing shows that a compression pressure becomes high, so that an EGR gas rate is large. That is, if EGR gas is made to inhale, the pressure drop in a gas column 2 will be controlled, a compression pressure is made to increase and a flame failure can be controlled.

[0121] On the other hand, drawing 6 is drawing which asked for the relation between the EGR gas rate under inhalation of air, and unburnt hydrocarbon volume (THC: Total Hydrocarbons). Since the rate of the new mind under inhalation of air will become small if the EGR gas rate under inhalation of air becomes large, it becomes the cause of a flame failure and a THC discharge increases. If the EGR gas rate under exhaust air is made small on the contrary, when the inhalation of air throttle valve 13 will be used, in order that a compression pressure may decline, it becomes the cause of a flame failure and a THC discharge increases.

[0122] Thus, the EGR gas rate under inhalation of air inhaled by the internal combustion engine 1 influences the gas constituents under exhaust air, and the temperature rise of the NOx catalyst 20.

[0123] Then, it becomes important to ask for the optimal EGR gas rate for realizing reduction of the injurious ingredient under exhaust air and the early temperature rise of the NOx catalyst 20.

[0124] In this invention, the optimal EGR gas rate was defined, EGR control was performed and the above-mentioned problem was solved so that it might become the rate.

[0125] Here, it is desirable to make the optimal EGR gas rate into 10 or less % under inhalation of air based on drawing 4 thru/or drawing 6 called for by experiment. By making it such a rate, discharge of NOx can be controlled, the compression pressure needed can be secured and discharge of THC can be controlled.

[0126] In the EGR control concerning the gestalt of this operation, CPU351 carries out feedback control of the opening of the EGR valve 26 by making an internal combustion engine's 1 inhalation new air volume into a parameter, and adjusts inhalation new air volume and the amount of EGR gas.

[0127] In EGR valve feedback control, CPU351 determines an internal combustion engine's 1 target inhalation new air volume by making accelerator opening, an engine rotational frequency, etc. into a parameter, for example. In that case, relation between accelerator opening, an engine rotational frequency, and target inhalation new air volume is map-ized beforehand, and target inhalation new air volume is computed from the map, accelerator opening, and engine rotational frequency.

[0128] Moreover, it is desirable to adjust the amount of EGR gas and inhalation new air volume so that the EGR gas rate under inhalation of air may become 10 or less % from the demand of emission, as described above. Then, CPU351 computes the amount of target EGR gas from which the EGR gas rate under inhalation of air becomes 10 or less % based on the computed target inhalation new air volume.

[0129] Here, if it map-izes beforehand in quest of the relation between the valve-opening variation of the EGR valve 26 and the inhalation-of-air throttle valve 13, and the amount of EGR gas inhaled by the internal combustion engine 1 by experiment and ROM352 is made to memorize, the amount of valve-opening amendments for amending the amount of valve opening of the EGR valve 26 and the inhalation-of-air throttle valve 13 based on the amount of target EGR gas is computable. Furthermore, an internal combustion engine's 1 circulating water temperature may be applied as a parameter.

[0130] CPU351 changes the amount of valve opening of the EGR valve 26 and the inhalation-of-air throttle valve 13 based on said computed amount of valve-opening amendments, and adjusts the amount of EGR gas, and inhalation new air volume.

[0131] If target inhalation new air volume and the amount of target EGR gas are determined by the above-mentioned procedure, CPU351 reads the output signal value (actual inhalation new air volume) of the air flow meter 11 memorized by RAM353, and measures actual inhalation new air volume and target inhalation new air volume.

[0132] When there is less above mentioned actual inhalation new air volume than target inhalation new air volume, CPU351 carries out specified quantity clausilium of the EGR valve 26, and carries out specified quantity valve opening of the inhalation-of-air throttle valve 13. In this case, the amount of EGR gas which flows into the inhalation-of-air branch pipe 8 from the EGR path 25 will decrease, and the amount of EGR gas inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2 according to it will decrease. Consequently, only the part to which EGR gas decreased increases the amount of the new mind inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2.

[0133] On the other hand, when there is more actual inhalation new air volume than target inhalation new air volume, CPU351 carries out specified quantity valve opening of the EGR valve 26, and carries out specified quantity clausilium of the inhalation-of-air throttle valve 13. In this case, the amount of EGR gas which flows into the inhalation-of-air branch pipe 8 increases from the EGR path 25, and the amount of EGR gas inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2 according to it increases. Consequently, only the part from which EGR gas increased the amount of the new mind inhaled in an internal combustion engine's 1 gas column 2 decreases.

[0134] The EGR gas rate under inhalation of air can be adjusted to 10 or less % by adjusting the amount of EGR gas, and inhalation new air volume as mentioned above.

[0135] Next, the flows of control of the gestalt of this operation are explained.

[0136] Drawing 7 is an NOx catalyst temperature up concerning the gestalt of this operation, and the flow chart Fig. of EGR control.

[0137] At step 101, reading of the data of the accelerator opening memorized by RAM353 or an engine engine speed is performed.

[0138] At step 102, reading of data, such as a circulating water temperature memorized by RAM353 and an exhaust-gas temperature, is performed.

[0139] At step 103, it judges whether the floor tempereture of the NOx catalyst 20 is below predetermined temperature (for example, 300 degrees C), and an internal combustion engine's 1 circulating water temperature is below predetermined temperature (for example, 60 degrees C). Here, the judgment of whether it is necessary to make the temperature up and EGR gas rate of the NOx catalyst 20 by subinjection below into a predetermined rate is performed.

[0140] Here, the floor tempereture of the NOx catalyst 20 substitutes for the output value of the exhaust air temperature sensor 24.

[0141] When this condition is fulfilled, it progresses to step 105, and when not filling, it progresses to step 104.

[0142] At step 104, since it is in the condition that the NOx catalyst 20 has reached activity temperature, or warming up of the internal combustion engine 1 was carried out, fuel-injection control and EGR control of a passage are usually performed. That is, control for carrying out the early temperature up of the NOx catalyst 20 is not performed.

[0143] At step 105, without the NOx catalyst's 20 having reached activity temperature, and since an internal combustion engine 1 is in the condition by which warming up is not

carried out, the control for carrying out the temperature up of the NOx catalyst 20 at an early stage to activity temperature is started.

[0144] At step 106, EGR control which makes subinjection and an EGR gas rate below a predetermined rate is performed. The early temperature up of the NOx catalyst 20 is planned, and generating of harmful gas components, such as NOx and THC, is controlled.

[0145] Thus, an EGR gas rate can be changed based on the NOx catalyst 20 and an internal combustion engine's 1 condition.

[0146] Moreover, when the NOx catalyst 20 has not reached activity temperature, generating of harmful gas components, such as NOx and THC, can be controlled by adjusting an EGR gas rate to below a predetermined value.

[0147] Furthermore, since early warming up of the NOx catalyst 20 becomes possible, without cooling EGR gas unnecessarily since the amount of EGR gas which passes an EGR cooler etc. is decreased, NOx can be purified at an early stage immediately after an internal combustion engine's 1 starting.

[0148] Thus, [0149] which can perform Air Fuel Ratio Control corresponding to an EGR gas rate, and can prevent aggravation of exhaust air emission

[Effect of the Invention] According to this invention, the EGR gas rate under inhalation of air is adjusted to 10 or less %, and the injurious ingredient under exhaust air can be controlled, raising the temperature of exhaust air and carrying out the temperature rise of the exhaust emission control device at an early stage.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the outline configuration of the internal combustion engine which applies the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention, and its pumping system.

[Drawing 2] (A) is drawing explaining the NOx absorption mechanism of an occlusion reduction type NOx catalyst. (B) is drawing explaining the NOx emission mechanism of an occlusion reduction type NOx catalyst.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the internal configuration of ECU.

[Drawing 4] It is drawing showing the relation between the EGR gas rate under exhaust air, and an NOx discharge.

[Drawing 5] It is drawing showing the relation between the EGR gas rate under exhaust air, and the compression pressure in a gas column.

[Drawing 6] It is drawing showing the relation between the EGR gas rate under exhaust air, and unburnt hydrocarbon volume.

[Drawing 7] It is the flow chart Fig. of the NOx catalyst temperature up control concerning this invention, and EGR control.

1 Internal combustion engine

2 Gas column

3 Fuel injection valve
4 Common rail
5 Fuel feeding pipe
6 Fuel pump
18 ... Exhaust air branch pipe
19 ... Exhaust pipe
20 ... Occlusion reduction type NOx catalyst
21 ... Exhaust air throttle valve
23 ... Air-fuel ratio sensor
25 ... EGR path
26 ... EGR valve
27 ... EGR cooler
28 ... Reducing-agent injection valve
29 ... Reducing-agent supply way
30 ... Flow control valve
31 ... Latching valve
32 ... Reducing-agent pressure sensor
33 ... Crank position sensor
34 ... Coolant temperature sensor
35 ... ECU
351 .. CPU
352 .. ROM
353 .. RAM
354 .. Backup RAM

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-180885
(P2002-180885A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002. 6. 26)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 N 3 G 0 6 2
			3 0 1 K 3 G 0 6 5
B 0 1 D 53/94		F 0 1 N 3/08	G 3 G 0 8 4
F 0 1 N 3/08		3/20	D 3 G 0 9 1
3/20		3/24	R 3 G 0 9 2
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-380962(P2000-380962)

(22) 出願日 平成12年12月14日 (2000. 12. 14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 石山 忍

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 大木 久

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

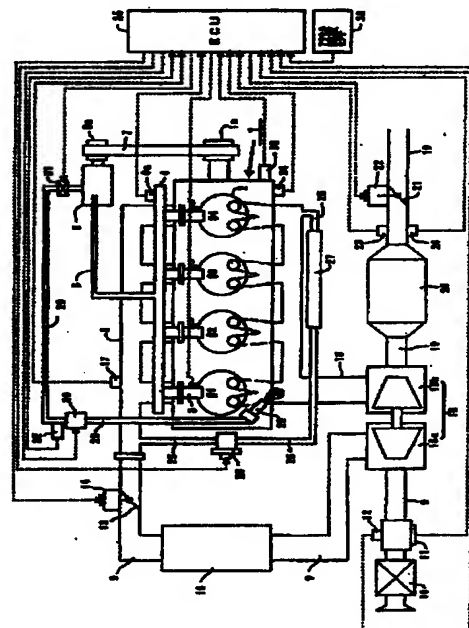
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】内燃機関の排気浄化装置において、触媒冷間時等の排気エミッションの悪化を防止することを目的とする。

【解決手段】内燃機関1と、排気浄化触媒20と、運転状態検出手段35と、機関出力とはならない時期に燃料を噴射させる副噴射手段35と、副噴射実行の可否を判定する燃料添加判定手段35と、EGR装置26と、を具備し、排気浄化触媒20が活性温度に達していなく、且つ、内燃機関1が暖機されていないときには、副噴射を行うとともにEGRガス割合を10パーセント以下に制御してEGRガスを導入する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする希薄燃焼式の内燃機関と、
前記内燃機関の排気通路に設けられ、排気中の有害成分を浄化する排気浄化触媒と、
前記車両の運転状態を検出する運転状態検出手段と、
前記内燃機関へ機関出力のための燃料が主噴射された後の機関出力とはならない時期に再度燃料を噴射させる副噴射手段と、
前記運転状態検出手段により検出された車両の運転状態に基づいて前記副噴射手段の実行の可否を判定する燃料添加判定手段と、
前記内燃機関の吸気系に排気の一部を再循環させるEGR装置と、
を具備し、
前記排気浄化触媒が活性温度に達していないと、且つ、前記内燃機関が暖機されていないときには、副噴射を行うとともにEGRガス割合を10パーセント以下に制御してEGRガスを導入することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】前記内燃機関に吸入される新気の量を調整する吸気絞り弁を具備し、EGR制御を行うとともに吸気絞り弁の開閉制御を行うことを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気を浄化する排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車等に搭載される内燃機関、特に酸素過剰状態の混合気（所謂、リーン空燃比の混合気）を燃焼可能とするディーゼル機関やリーンバーン・ガソリン機関では、該内燃機関の排気中に含まれる窒素酸化物（NOx）を浄化する技術が望まれている。

【0003】このような要求に対し、内燃機関の排気系にリーンNOx触媒を配置する技術が提案されている。排気中の有害成分を浄化する排気浄化装置として、選択還元型NOx触媒や吸蔵還元型NOx触媒などのリーンNOx触媒が知られている。

【0004】選択還元型NOx触媒は、酸素過剰の雰囲気中で炭化水素（HC）の存在下でNOxを還元または分解する触媒であり、この選択還元型NOx触媒でNOxを浄化するためには適量のHC成分（還元剤）が必要とされる。この選択還元型NOx触媒を前記内燃機関の排気浄化に用いる場合、該内燃機関の通常運転時の排気中のHC成分の量は極めて少ないので、通常運転時にNOxを浄化するためには、選択還元型NOx触媒にHC成分を供給する必要がある。

【0005】一方、吸蔵還元型NOx触媒は、流入排気

排気の酸素濃度が低下すると吸収したNOxを放出し、N₂に還元する触媒である。

【0006】この吸蔵還元型NOx触媒が内燃機関の排気系に配置されると、内燃機関が希薄燃焼運転されて排気空燃比が高くなるときは排気中の窒素酸化物（NOx）が吸蔵還元型NOx触媒に吸収され、吸蔵還元型NOx触媒に流入する排気空燃比が低くなったときは吸蔵還元型NOx触媒に吸収されていた窒素酸化物（NOx）が放出されつつ窒素（N₂）に還元される。

10 【0007】これらリーンNOx触媒を用いた排気浄化システムにおいては、リーンNOx触媒の触媒床温の管理が非常に重要である。

【0008】例えば、リーンNOx触媒には活性温度があり、触媒床温がこの活性温度範囲から外れると、浄化能力が極度に低下する。

【0009】このような問題に対し、特許第2845056号公報に記載されたような内燃機関の排気浄化装置が提案されている。この公報に記載された内燃機関の排気浄化装置は、吸蔵還元型NOx触媒において排気中の酸素と反応して消費される還元剤の量と吸蔵還元型NOx触媒に吸収されている窒素酸化物（NOx）を還元するために必要となる還元剤の量を考慮して、還元剤の添加量を決定することにより、還元剤の過剰供給や供給不足を防止、以てNOx吸蔵材の温度の低下の問題を解決しようとするものである。

【0010】また、内燃機関から排出される窒素酸化物（NOx）の量を低減する方法としては、内燃機関の排気通路を流れる排気の一部を該内燃機関の吸気通路へ再循環させる排気再循環（EGR：Exhaust Gas Recirculation）装置を利用する方法が提案されている。

30 【0011】EGR装置は、排気中に含まれる水蒸気（H₂O）、一酸化炭素（CO）、二酸化炭素（CO₂）等の不活性ガス成分が持つ不燃性及び吸熱性を利用して、内燃機関の燃焼室における混合気の燃焼速度及び燃焼温度を低下させ、以て燃焼時に発生する窒素酸化物（NOx）の量を低減させるものである。

【0012】尚、上記したようなEGR装置としては、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、EGR通路内を流れる排気（EGRガス）の流量を調整するEGR弁とから構成される装置や、EGR通路及びEGR弁に加えてEGRガスを冷却するためのEGRクーラをEGR通路の途中に設けて構成される装置等、種々の構成の装置が提案されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、内燃機関始動直後はリーンNOx触媒が活性温度に達していないため、触媒が機能せず、排気中のNOxは浄化されずにNOx触媒を通過し、大気中に放出されることになる。そこで、内燃機関の始動直後等にNOx触媒を早期に温度上昇させることが重要となる。

【0014】NO_x触媒の温度を早期に上昇させる手段として、内燃機関の気筒内へ機関出力のための燃料を噴射させる主噴射の後の機関出力とはならない時期（例えば膨張行程）に再度燃料を噴射させる副噴射（ポスト噴射ともいう）を例示できる。副噴射により噴射された燃料は内燃機関の気筒内で燃焼し排気の温度を上昇させる。この副噴射を用いるとNO_x触媒の温度を早期に上昇させることができるが、この場合においてもNO_x触媒が活性温度に達するまでにはある程度の時間が必要となる。

【0015】そこで、NO_x触媒が活性温度に達するまでの期間のNO_xの排出を抑制することも重要となる。このようなときにEGRを使用するとNO_xの排出を低減することが可能となるが、排気のエネルギーの一部をEGRガスとして取り出すため、例えばEGRクーラ装着の場合などはEGRクーラへ排気のエネルギーを与えることになり逆に、再循環した排気の温度は低下するので、NO_x触媒が活性温度に達するまでの時間が長くなる。また、EGRガス割合が多くなると失火の原因となりHC排出量が増加する。しかし、反対にEGR量を減

少させるとNO_xの排出量が多くなるばかりでなく、吸気絞り弁を使用している場合には、内燃機関の吸気量が減少するため圧縮圧力が低下し、失火の原因となりHC排出量が増加する。

【0016】そこで、NO_x排出量低減及びNO_x触媒の早期温度上昇を実現するための最適なEGR量を求めることが重要となる。

【0017】本発明は、上記したような種々の問題に鑑みてなされたものであり、内燃機関の排気浄化装置において、吸気中のEGRガス割合を調整することにより、触媒を早期に温度上昇させ、且つ、その期間のNO_xの排出を低減する技術を提供し、以て、始動直後等における触媒冷間時等の排気エミッションの悪化を防止することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。即ち、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置は、酸素過剰状態の混合気を燃焼可能とする希薄燃焼式の内燃機関と、前記内燃機関の排気通路に設けられ、排気中の有害成分を浄化する排気浄化触媒と、前記車両の運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記内燃機関へ機関出力のための燃料が主噴射された後の機関出力とはならない時期に再度燃料を噴射させる副噴射手段と、前記運転状態検出手段により検出された車両の運転状態に基づいて前記副噴射手段の実行の可否を判定する燃料添加判定手段と、前記内燃機関の吸気系に排気の一部を再循環させるEGR装置と、を具備し、前記排気浄化触媒が活性温度に達していないと、且つ、前記内燃機関が暖機されていないときには、副噴射を行うとともにEGRガス割合を10パーセント

以下に制御してEGRガスを導入した。

【0019】本発明においては、前記内燃機関に吸入される新気の量を調整する吸気絞り弁を具備し、EGR制御を行うとともに吸気絞り弁の開弁制御を行うことができる。

【0020】このように構成された内燃機関の排気浄化装置では、排気中の有害成分が排気浄化装置の触媒によって浄化される。また、内燃機関始動直後の排気浄化装置が活性温度に達していないときには、機関出力を発生させるための燃料が内燃機関の気筒内へ主噴射された後に、機関出力に影響しない例えば膨張行程に再度燃料を噴射させる副噴射が行われる。この副噴射により噴射された燃料は気筒内で燃焼し排気の温度が上昇する。このように通常よりも温度の高い排気が排気浄化触媒に到達すると排気浄化触媒の温度が早期に上昇する。

【0021】また、内燃機関から排出された排気の一部は吸気系に再循環され、再循環ガス（EGRガス）となって新気と共に燃焼室に吸入される。EGRガスは自ら燃焼することではなく、燃焼温度を低下させる働きをし、以て窒素酸化物（NO_x）の発生量が抑制される。

【0022】ここで、NO_xの発生を抑制するという点においては、吸気中のEGRガス割合は大きいほど良いが、排気浄化触媒の早期温度上昇という点においては、EGRガス割合は小さいほど良い。

【0023】また、吸気絞り弁を使用すると、内燃機関に吸入される新気量を調整することができ、空燃比制御が容易に行える。しかし、吸気絞り弁によって内燃機関に吸入される新気の量が制限され気筒内の圧力が低くなるために、内燃機関の圧縮行程における圧縮圧力が上昇せず、失火する虞がある。このようなときには、EGRガスを吸入させることにより圧縮圧力を増加させ、失火を抑制することができる。

【0024】この場合、EGRガス割合が大きいほど圧縮圧力は大きくなるが、所定割合以上になると、新気量が減少することに起因した失火により排気中の未燃炭化水素量（以下、THC: Total Hydrocarbonsとする）が増加する。

【0025】また、EGRガスが所定割合よりも少なくなると圧縮圧力が上昇しないことに起因した失火によりTHCが増加する。

【0026】このように、内燃機関に吸入される吸気中のEGRガス割合は、排気中のガス成分及び排気浄化触媒の温度上昇に影響する。

【0027】そこで、本発明においては、実験結果に基づけば最適なEGRガス割合は10パーセント以下であり、内燃機関に吸入されるEGRガス割合を調整することにより、有害成分の発生を抑制しつつ排気浄化触媒を早期に温度上昇させることによって、排気中の有害成分が大気中へ放出されることを抑制する。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。ここでは、本発明に係る排気浄化装置を車両駆動用のディーゼル機関に適用した場合を例に挙げて説明する。

【0029】図1は、本発明に係る排気浄化装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図である。

【0030】図1に示す内燃機関1は、4つの気筒2を有する水冷式の4サイクル・ディーゼル機関である。

【0031】内燃機関1は、各気筒2の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁3を備えている。各燃料噴射弁3は、燃料を所定圧まで蓄圧する蓄圧室（コモンレール）4と接続されている。このコモンレール4には、該コモンレール4内の燃料の圧力に対応した電気信号を出力するコモンレール圧センサ4aが取り付けられている。

【0032】前記コモンレール4は、燃料供給管5を介して燃料ポンプ6と連通している。この燃料ポンプ6は、内燃機関1の出力軸（クランクシャフト）の回転トルクを駆動源として作動するポンプであり、該燃料ポンプ6の入力軸に取り付けられたポンプブリー1aが内燃機関1の出力軸（クランクシャフト）に取り付けられたクランクブリー1aとベルト7を介して連結されている。

【0033】このように構成された燃料噴射系では、クランクシャフトの回転トルクが燃料ポンプ6の入力軸へ伝達されると、燃料ポンプ6は、クランクシャフトから該燃料ポンプ6の入力軸へ伝達された回転トルクに応じた圧力で燃料を吐出する。

【0034】前記燃料ポンプ6から吐出された燃料は、燃料供給管5を介してコモンレール4へ供給され、コモンレール4にて所定圧まで蓄圧されて各気筒2の燃料噴射弁3へ分配される。そして、燃料噴射弁3に駆動電流が印加されると、燃料噴射弁3が開弁し、その結果、燃料噴射弁3から気筒2内へ燃料が噴射される。

【0035】次に、内燃機関1には、吸気枝管8が接続されており、吸気枝管8の各枝管は、各気筒2の燃焼室と図示しない吸気ポートを介して連通している。

【0036】前記吸気枝管8は、吸気管9に接続され、この吸気管9は、エアクリーナボックス10に接続されている。前記エアクリーナボックス10より下流の吸気管9には、該吸気管9内を流通する吸気の質量に対応した電気信号を出力するエアフローメータ11と、該吸気管9内を流通する吸気の温度に対応した電気信号を出力する吸気温度センサ12とが取り付けられている。

【0037】前記吸気管9における吸気枝管8の直上流に位置する部位には、該吸気管9内を流通する吸気の流量を調節する吸気絞り弁13が設けられている。この吸気絞り弁13には、ステッパモータ等で構成されて該吸

気絞り弁13を開閉駆動する吸気絞り用アクチュエータ14が取り付けられている。

【0038】前記エアフローメータ11と前記吸気絞り弁13との間に位置する吸気管9には、排気の熱エネルギーを駆動源として作動する遠心過給機（ターボチャージャ）15のコンプレッサハウジング15aが設けられ、コンプレッサハウジング15aより下流の吸気管9には、前記コンプレッサハウジング15a内で圧縮されて高温となった吸気を冷却するためのインタークーラ16が設けられている。

【0039】このように構成された吸気系では、エアクリーナボックス10に流入した吸気は、該エアクリーナボックス10内の図示しないエアクリーナによって吸気中の塵や埃等が除去された後、吸気管9を介してコンプレッサハウジング15aに流入する。

【0040】コンプレッサハウジング15aに流入した吸気は、該コンプレッサハウジング15aに内装されたコンプレッサホイールの回転によって圧縮される。前記コンプレッサハウジング15a内で圧縮されて高温となった吸気は、インタークーラ16にて冷却された後、必要に応じて吸気絞り弁13によって流量を調節されて吸気枝管8に流入する。吸気枝管8に流入した吸気は、各枝管を介して各気筒2の燃焼室へ分配され、各気筒2の燃料噴射弁3から噴射された燃料を着火源として燃焼される。

【0041】一方、内燃機関1には、排気枝管18が接続され、排気枝管18の各枝管が図示しない排気ポートを介して各気筒2の燃焼室と連通している。

【0042】前記排気枝管18は、前記遠心過給機15のタービンハウジング15bと接続されている。前記タービンハウジング15bは、排気管19と接続され、この排気管19は、下流にて図示しないマフラーに接続されている。

【0043】前記排気管19の途中には、排気中の有害ガス成分を浄化するための排気浄化触媒20が配置されている。排気浄化触媒20より下流の排気管19には、該排気管19内を流通する排気の空燃比に対応した電気信号を出力する空燃比センサ23と、該排気管19内を流通する排気の温度に対応した電気信号を出力する排気温度センサ24とが取り付けられている。

【0044】前記した空燃比センサ23及び排気温度センサ24より下流の排気管19には、該排気管19内を流通する排気の流量を調節する排気絞り弁21が設けられている。この排気絞り弁21には、ステッパモータ等で構成されて該排気絞り弁21を開閉駆動する排気絞り用アクチュエータ22が取り付けられている。

【0045】このように構成された排気系では、内燃機関1の各気筒2で燃焼された混合気（既燃ガス）が排気ポートを介して排気枝管18へ排出され、次いで排気枝管18から遠心過給機15のタービンハウジング15b

10

20

30

40

50

へ流入する。タービンハウジング15bに流入した排気は、該排気が持つ熱エネルギーを利用してタービンハウジング15b内に回転自在に支持されたタービンホイールを回転させる。その際、タービンホイールの回転トルクは、前述したコンプレッサハウジング15aのコンプレッサホイールへ伝達される。

【0046】前記タービンハウジング15bから排出された排気は、排気管19を介して排気浄化触媒20へ流入し、排気中の有害ガス成分が除去又は浄化される。排気浄化触媒20にて有害ガス成分を除去又は浄化された排気は、必要に応じて排気絞り弁21によって流量を調節された後にマフラーを介して大気中に放出される。

【0047】また、排気枝管18と吸気枝管8とは、排気枝管18内を流通する排気の一部を吸気枝管8へ再循環させる排気再循環通路(EGR通路)25を介して連通されている。このEGR通路25の途中には、電磁弁などで構成され、印加電力の大きさに応じて前記EGR通路25内を流通する排気(以下、EGRガスと称する)の流量を変更する流量調整弁(EGR弁)26が設けられている。

【0048】前記EGR通路25においてEGR弁26より上流の部位には、該EGR通路25内を流通するEGRガスを冷却するEGRクーラ27が設けられている。

【0049】このように構成された排気再循環機構では、EGR弁26が開弁されると、EGR通路25が導通状態となり、排気枝管18内を流通する排気の一部が前記EGR通路25へ流入し、EGRクーラ27を経て吸気枝管8へ導かれる。

【0050】その際、EGRクーラ27では、EGR通路25内を流通するEGRガスと所定の冷媒との間で熱交換が行われ、EGRガスが冷却されることになる。

【0051】EGR通路25を介して排気枝管18から吸気枝管8へ還流されたEGRガスは、吸気枝管8の上流から流れてきた新気と混ざり合いつつ各気筒2の燃焼室へ導かれ、燃料噴射弁3から噴射される燃料を着火源として燃焼される。

【0052】ここで、EGRガスには、水(H₂O)や二酸化炭素(CO₂)などのように、自らが燃焼することがなく、且つ、吸熱性を有する不活性ガス成分が含まれているため、EGRガスが混合気中に含有されると、混合気の燃焼温度が低められ、以て窒素酸化物(NO_x)の発生量が抑制される。

【0053】更に、EGRクーラ27においてEGRガスが冷却されると、EGRガス自体の温度が低下するとともにEGRガスの体積が縮小されるため、EGRガスが燃焼室内に供給されたときに該燃焼室内の雰囲気温度が不要に上昇することがなくなるとともに、燃焼室内に供給される新気の量(新気の体積)が不要に減少することもない。

【0054】次に、本実施の形態に係る排気浄化触媒20について具体的に説明する。

【0055】排気浄化触媒20は、還元剤の存在下で排気中の窒素酸化物(NO_x)を浄化するNO_x触媒である。このようなNO_x触媒としては、選択還元型NO_x触媒や吸蔵還元型NO_x触媒等を例示することができるが、ここでは吸蔵還元型NO_x触媒を例に挙げて説明する。以下、排気浄化触媒20を吸蔵還元型NO_x触媒20と称するものとする。

10 【0056】吸蔵還元型NO_x触媒20は、例えば、アルミナを担体とし、その担体上に、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、リチウム(Li)、もしくはセシウム(Cs)等のアルカリ金属と、バリウム(Ba)もしくはカルシウム(Ca)等のアルカリ土類と、ランタン(La)もしくはイットリウム(Y)等の希土類とから選択された少なくとも1つと、白金(Pt)等の貴金属とを担持して構成されている。尚、本実施の形態では、アルミナからなる担体上にバリウム(Ba)と白金(Pt)とを担持して構成される吸蔵還元型NO_x触媒を例に挙げて説明する。

20 【0057】このように構成された吸蔵還元型NO_x触媒20は、該吸蔵還元型NO_x触媒20に流入する排気の酸素濃度が高いときは排気中の窒素酸化物(NO_x)を吸収する。

【0058】一方、吸蔵還元型NO_x触媒20は、該吸蔵還元型NO_x触媒20に流入する排気の酸素濃度が低下したときは吸収していた窒素酸化物(NO_x)を放出する。その際、排気中に炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)等の還元成分が存在していれば、吸蔵還元型NO_x触媒20は、該吸蔵還元型NO_x触媒20から放出された窒素酸化物(NO_x)を窒素(N₂)に還元せしめることができる。

30 【0059】尚、吸蔵還元型NO_x触媒20のNO_x吸放出作用については明らかにされていない部分もあるが、おおよそ以下のようなメカニズムによって行われていると考えられる。

【0060】まず、吸蔵還元型NO_x触媒20では、該吸蔵還元型NO_x触媒20に流入する排気の空燃比がリーン空燃比となって排気中の酸素濃度が高まると、図2(A)に示されるように、排気中の酸素(O₂)がO₂⁻またはO₂²⁻の形で白金(Pt)の表面上に付着する。排気中の一酸化窒素(NO)は、白金(Pt)の表面上でO₂⁻またはO₂²⁻と反応して二酸化窒素(NO₂)を形成する(2NO+O₂→2NO₂)。二酸化窒素(NO₂)は、白金(Pt)の表面上で更に酸化され、硝酸イオン(NO₃⁻)の形で吸蔵還元型NO_x触媒20に吸収される。尚、吸蔵還元型NO_x触媒20に吸収された硝酸イオン(NO₃⁻)は、酸化バリウム(BaO)と結合して硝酸バリウム(Ba(NO₃)₂)を形成する。

50 【0061】このように吸蔵還元型NO_x触媒20に流

入する排気の空燃比がリーン空燃比であるときは、排気中の窒素酸化物(NO_x)が硝酸イオン(NO_3^-)として吸蔵還元型 NO_x 触媒20に吸収される。

【0062】上記したような NO_x 吸収作用は、流入排気の空燃比がリーン空燃比であり、且つ吸蔵還元型 NO_x 触媒20の NO_x 吸収能力が飽和しない限り継続される。従って、吸蔵還元型 NO_x 触媒20に流入する排気の空燃比がリーン空燃比であるときは、吸蔵還元型 NO_x 触媒20の NO_x 吸収能力が飽和しない限り、排気中の窒素酸化物(NO_x)が吸蔵還元型 NO_x 触媒20に吸収され、排気中から窒素酸化物(NO_x)が除去されることになる。

【0063】これに対して、吸蔵還元型 NO_x 触媒20では、該吸蔵還元型 NO_x 触媒20に流入する排気の酸素濃度が低下すると、白金(Pt)の表面上において二酸化窒素(NO_2)の生成量が減少するため、酸化バリウム(BaO)と結合していた硝酸イオン(NO_3^-)が逆に二酸化窒素(NO_2)や一酸化窒素(NO)となって吸蔵還元型 NO_x 触媒20から離脱する。

【0064】その際、排気中に炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)等の還元成分が存在していれば、それらの還元成分が白金(Pt)上の酸素(O_2 または O^{2-})と部分的に反応して活性種を形成する。この活性種は、吸蔵還元型 NO_x 触媒20から放出された二酸化窒素(NO_2)や一酸化窒素(NO)を窒素(N_2)に還元せしめることになる。

【0065】従って、吸蔵還元型 NO_x 触媒20に流入する排気の空燃比が理論空燃比又はリッチ空燃比となって排気中の酸素濃度が低下するとともに還元剤の濃度が高まると、吸蔵還元型 NO_x 触媒20に吸収されていた窒素酸化物(NO_x)が放出及び還元され、以て吸蔵還元型 NO_x 触媒20の NO_x 吸収能力が再生されることになる。

【0066】ところで、内燃機関1が希薄燃焼運転されている場合は、内燃機関1から排出される排気の空燃比がリーン雰囲気となり排気の酸素濃度が高くなるため、排気中に含まれる窒素酸化物(NO_x)が吸蔵還元型 NO_x 触媒20に吸収されることになるが、内燃機関1の希薄燃焼運転が長期間継続されると、吸蔵還元型 NO_x 触媒20の NO_x 吸収能力が飽和し、排気中の窒素酸化物(NO_x)が吸蔵還元型 NO_x 触媒20にて除去されずに大気中へ放出されてしまう。

【0067】特に、内燃機関1のようなディーゼル機関では、大部分の運転領域においてリーン空燃比の混合気が燃焼され、それに応じて大部分の運転領域において排気中の空燃比がリーン空燃比となるため、吸蔵還元型 NO_x 触媒20の NO_x 吸収能力が飽和し易い。

【0068】従って、内燃機関1が希薄燃焼運転されている場合は、吸蔵還元型 NO_x 触媒20の NO_x 吸収能力が飽和する前に吸蔵還元型 NO_x 触媒20に流入する排

気中の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高め、吸蔵還元型 NO_x 触媒20に吸収された窒素酸化物(NO_x)を放出及び還元させる必要がある。

【0069】これに対し、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置は、吸蔵還元型 NO_x 触媒20より上流の排気通路を流通する排気中に還元剤たる燃料(軽油)を添加する還元剤供給機構を備え、この還元剤供給機構から排気中へ燃料を添加することにより、吸蔵還元型 NO_x 触媒20に流入する排気の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高めるようにした。

【0070】還元剤供給機構は、図1に示されるように、その噴孔が排気枝管18内に臨むよう内燃機関1のシリンダヘッドに取り付けられ、所定の開弁圧以上の燃料が印加されたときに開弁して燃料を噴射する還元剤噴射弁28と、前述した燃料ポンプ6から吐出された燃料を前記還元剤噴射弁28へ導く還元剤供給路29と、この還元剤供給路29の途中に設けられ該還元剤供給通路29内を流通する燃料の流量を調整する流量調整弁30と、この流量調整弁30より上流の還元剤供給路29に設けられて該還元剤供給路29内の燃料の流通を遮断する遮断弁31と、前記流量調整弁30より上流の還元剤供給路29に取り付けられ該還元剤供給路29内の圧力に対応した電気信号を出力する還元剤圧力センサ32と、を備えている。

【0071】尚、還元剤噴射弁28は、該還元剤噴射弁28の噴孔が排気枝管18におけるEGR通路25との接続部位より下流であって、排気枝管18における4つの枝管の集合部に最も近い気筒2の排気ポートに突出するとともに、排気枝管18の集合部へ向くようシリンダヘッドに取り付けられることが好ましい。

【0072】これは、還元剤噴射弁28から噴射された還元剤(未燃の燃料成分)がEGR通路25へ流入するのを防止するとともに、還元剤が排気枝管18内に滞ることなく遠心過給機のタービンハウジング15bへ到達するようにするためである。

【0073】尚、図1に示す例では、内燃機関1の4つの気筒2のうち1番(#1)気筒2が排気枝管18の集合部と最も近い位置にあるため、1番(#1)気筒2の排気ポートに還元剤噴射弁28が取り付けられているが、1番(#1)気筒2以外の気筒2が排気枝管18の集合部と最も近い位置にあるときは、その気筒2の排気ポートに還元剤噴射弁28が取り付けられるようにする。

【0074】また、前記還元剤噴射弁28は、シリンダヘッドに形成された図示しないウォータージャケットを貫通、あるいはウォータージャケットに近接して取り付けられるようにし、前記ウォータージャケットを流通する冷却水を利用して還元剤噴射弁28が冷却されるようにしてもよい。

【0075】このような還元剤供給機構では、流量調整

10

20

30

40

50

弁30が開弁されると、燃料ポンプ6から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路29を介して還元剤噴射弁28へ印加される。そして、還元剤噴射弁28に印加される燃料の圧力が開弁圧以上に達すると、該還元剤噴射弁28が開弁して排気枝管18内へ還元剤としての燃料が噴射される。

【0076】還元剤噴射弁28から排気枝管18内へ噴射された還元剤は、排気枝管18の上流から流れてきた排気とともにタービンハウジング15bへ流入する。タービンハウジング15b内に流入した排気と還元剤とは、タービンホイールの回転によって攪拌されて均質に混合され、リッチ空燃比の排気を形成する。

【0077】このようにして形成されたリッチ空燃比の排気は、タービンハウジング15bから排気管19を介して吸蔵還元型NOx触媒20に流入し、吸蔵還元型NOx触媒20に吸収されていた窒素酸化物(NOx)を放出させつつ窒素(N₂)に還元することになる。

【0078】その後、流量調整弁30が開弁されて燃料ポンプ6から還元剤噴射弁28への還元剤の供給が遮断されると、還元剤噴射弁28に印加される燃料の圧力が前記開弁圧未満となり、その結果、還元剤噴射弁28が閉弁し、排気枝管18内への還元剤の添加が停止されることになる。

【0079】以上述べたように構成された内燃機関1には、該内燃機関1を制御するための電子制御ユニット(ECU: Electronic Control Unit)35が併設されている。このECU35は、内燃機関1の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関1の運転状態を制御するユニットである。

【0080】ECU35には、コモンレール圧センサ4a、エアフローメータ11、吸気温度センサ12、吸気管圧力センサ17、空燃比センサ23、排気温度センサ24、還元剤圧力センサ32、クランクポジションセンサ33、水温センサ34、アクセル開度センサ36等の各種センサが電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号がECU35に入力されるようになっている。

【0081】一方、ECU35には、燃料噴射弁3、吸気絞り用アクチュエータ14、排気絞り用アクチュエータ22、EGR弁26、流量調整弁30、遮断弁31等が電気配線を介して接続され、上記した各部をECU35が制御することが可能になっている。

【0082】ここで、ECU35は、図3に示すように、双方向性バス350によって相互に接続された、CPU351と、ROM352と、RAM353と、バックアップRAM354と、入力ポート356と、出力ポート357とを備えるとともに、前記入力ポート356に接続されたA/Dコンバータ(A/D)355を備えている。

【0083】前記入力ポート356は、クランクポジ

ションセンサ33のようにデジタル信号形式の信号を出力するセンサの出力信号を入力し、それらの出力信号をCPU351やRAM353へ送信する。

【0084】前記入力ポート356は、コモンレール圧センサ4a、エアフローメータ11、吸気温度センサ12、吸気管圧力センサ17、空燃比センサ23、排気温度センサ24、還元剤圧力センサ32、水温センサ34、アクセル開度センサ36、等のように、アナログ信号形式の信号を出力するセンサのA/D355を介して入力し、それらの出力信号をCPU351やRAM353へ送信する。

【0085】前記出力ポート357は、燃料噴射弁3、吸気絞り用アクチュエータ14、排気絞り用アクチュエータ22、EGR弁26、流量調整弁30、遮断弁31等と電気配線を介して接続され、CPU351から出力される制御信号を、前記した燃料噴射弁3、吸気絞り用アクチュエータ14、排気絞り用アクチュエータ22、EGR弁26、流量調整弁30、あるいは遮断弁31へ送信する。

【0086】前記ROM352は、燃料噴射弁3を制御するための燃料噴射制御ルーチン、吸気絞り弁13を制御するための吸気絞り制御ルーチン、排気絞り弁21を制御するための排気絞り制御ルーチン、EGR弁26を制御するためのEGR制御ルーチン、吸蔵還元型NOx触媒20に吸収された窒素酸化物(NOx)を浄化するためのNOx浄化制御ルーチン、吸蔵還元型NOx触媒20の酸化物による被毒を解消するための被毒解消制御ルーチン等のアプリケーションプログラムを記憶している。

【0087】前記ROM352は、上記したアプリケーションプログラムに加え、各種の制御マップを記憶している。前記制御マップは、例えば、内燃機関1の運転状態と基本燃料噴射量(基本燃料噴射時間)との関係を示す燃料噴射量制御マップ、内燃機関1の運転状態と基本燃料噴射時期との関係を示す燃料噴射時期制御マップ、内燃機関1の運転状態と吸気絞り弁13の目標開度との関係を示す吸気絞り弁開度制御マップ、内燃機関1の運転状態と排気絞り弁21の目標開度との関係を示す排気絞り弁開度制御マップ、内燃機関1の運転状態とEGR弁26の目標開度との関係を示すEGR弁開度制御マップ、内燃機関1の運転状態と還元剤の目標添加量(もしくは、排気の目標空燃比)との関係を示す還元剤添加量制御マップ、還元剤の目標添加量と流量調整弁30の開弁時間との関係を示す流量調整弁制御マップ等である。

【0088】前記RAM353は、各センサからの出力信号やCPU351の演算結果等を記憶する。前記演算結果は、例えば、クランクポジションセンサ33がパルス信号を出力する時間的な間隔に基づいて算出される機関回転数である。これらのデータは、クランクポジションセンサ33がパルス信号を出力する都度、最新のデー

タに書き換えられる。

【0089】前記バックアップRAM354は、内燃機関1の運転停止後もデータを記憶可能な不揮発性のメモリである。

【0090】前記CPU351は、前記ROM352に記憶されたアプリケーションプログラムに従って動作して、燃料噴射弁制御、吸気絞り制御、排気絞り制御、EGR制御、NOx浄化制御、被毒解消制御等を実行する。

【0091】例えば、燃料噴射弁制御では、CPU351は、まず、燃料噴射弁3から噴射される燃料量を決定し、次いで燃料噴射弁3から燃料を噴射する時期を決定する。

【0092】燃料噴射量を決定する場合は、CPU351は、RAM353に記憶されている機関回転数とアクセル開度センサ36の出力信号（アクセル開度）とを読み出す。CPU351は、燃料噴射量制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した基本燃料燃料噴射量（基本燃料噴射時間）を算出する。CPU351は、エアフローメータ11、吸気温度センサ12、水温センサ34等の出力信号値等に基づいて前記基本燃料噴射時間を補正し、最終的な燃料噴射時間を決定する。

【0093】燃料噴射時期を決定する場合は、CPU351は、燃料噴射開始時期制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した基本燃料噴射時期を算出する。CPU351は、エアフローメータ11、吸気温度センサ12、水温センサ34等の出力信号値をパラメータとして前記基本燃料噴射時期を補正し、最終的な燃料噴射時期を決定する。

【0094】燃料噴射時間と燃料噴射時期とが決定されると、CPU351は、前記燃料噴射時期とクランクポジションセンサ33の出力信号とを比較し、前記クランクポジションセンサ33の出力信号が前記燃料噴射開始時期と一致した時点で燃料噴射弁3に対する駆動電力の印加を開始する。CPU351は、燃料噴射弁3に対する駆動電力の印加を開始した時点からの経過時間が前記燃料噴射時間に達した時点で燃料噴射弁3に対する駆動電力の印加を停止する。

【0095】尚、燃料噴射制御において内燃機関1の運転状態がアイドル運転状態にある場合は、CPU351は、水温センサ34の出力信号値や、車室内用空調装置のコンプレッサのようにクランクシャフトの回転力を利用して作動する補機類の作動状態等をパラメータとして内燃機関1の目標アイドル回転数を算出する。そして、CPU351は、実際のアイドル回転数が目標アイドル回転数と一致するよう燃料噴射量をフィードバック制御する。

【0096】また、吸気絞り制御では、CPU351は、例えば、RAM353に記憶されている機関回転数

とアクセル開度とを読み出す。CPU351は、吸気絞り弁開度制御マップへアクセスし、機関回転数及びアクセル開度に対応した目標吸気絞り弁開度を算出する。CPU351は、前記目標吸気絞り弁開度に対応した駆動電力を吸気絞り用アクチュエータ14に印加する。その際、CPU351は、吸気絞り弁13の実際の開度を検出して、実際の吸気絞り弁13の開度と目標吸気絞り弁開度との差分に基づいて前記吸気絞り用アクチュエータ14をフィードバック制御するようにしてもよい。

【0097】また、排気絞り制御では、CPU351は、例えば、内燃機関1が冷間始動後の暖機運転状態にある場合や、車室内用ヒータが作動状態にある場合などに排気絞り弁21を閉弁方向へ駆動すべく排気絞り用アクチュエータ22を制御する。

【0098】この場合、内燃機関1の負荷が増大し、それに対応して燃料噴射量が増量されることとなる。その結果、内燃機関1の発熱量が増加し、内燃機関1の暖機が促進されるとともに、車室内用ヒータの熱源が確保される。

【0099】次に、NOx浄化制御では、CPU351は、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する排気の空燃比を比較的短い周期でスパイク的（短時間）にリッチ空燃比とする、リッチスパイク制御を実行する。

【0100】リッチスパイク制御では、CPU351は、所定の周期毎にリッチスパイク制御実行条件が成立しているか否かを判別する。このリッチスパイク制御実行条件としては、例えば、吸蔵還元型NOx触媒20が活性状態にあるか、排気温度センサ24の出力信号値（排気温度）が所定の上限値以下であるか、被毒解消制御が実行されていないか、等の条件を例示することができる。

【0101】上記したようなリッチスパイク制御実行条件が成立していると判定された場合は、CPU351は、還元剤噴射弁28からスパイク的に還元剤たる燃料を噴射させるべく流量調整弁30を制御することにより、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する排気の空燃比を一時的に所定の目標リッチ空燃比とする。

【0102】具体的には、CPU351は、RAM353に記憶されている機関回転数、アクセル開度センサ36の出力信号（アクセル開度）、エアフローメータ11の出力信号値（吸入空気量）、燃料噴射量等を読み出す。更に、CPU351は、前記した機関回転数とアクセル開度と吸入空気量と燃料噴射量とをパラメータとしてROM352の還元剤添加量制御マップへアクセスし、排気空燃比を予め設定された目標リッチ空燃比とする上で必要となる還元剤の添加量（目標添加量）を算出する。

【0103】続いて、CPU351は、前記目標添加量をパラメータとしてROM352の流量調整弁制御マップへアクセスし、還元剤噴射弁28から目標添加量の還

10

20

30

40

50

元剤を噴射させる上で必要となる流量調整弁30の開弁時間（目標開弁時間）を算出する。

【0104】流量調整弁30の目標開弁時間が算出されると、CPU351は、流量調整弁30を開弁させる。この場合、燃料ポンプ6から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路29を介して還元剤噴射弁28へ供給されるため、還元剤噴射弁28に印加される燃料の圧力が開弁圧以上に達し、還元剤噴射弁28が開弁する。

【0105】CPU351は、流量調整弁30を開弁させた時点から前記目標開弁時間が経過すると、流量調整弁30を開弁させる。この場合、燃料ポンプ6から還元剤噴射弁28への還元剤の供給が遮断されるため、還元剤噴射弁28に印加される燃料の圧力が開弁圧未満となり、還元剤噴射弁28が閉弁する。

【0106】このように流量調整弁30が目標開弁時間だけ開弁されると、目標添加量の燃料が還元剤噴射弁28から排気枝管18内へ噴射されることになる。そして、還元剤噴射弁28から噴射された還元剤は、排気枝管18の上流から流れてきた排気と混ざり合っ

て目標リッチ空燃比の混合気を形成して吸蔵還元型NOx触媒20に流入する。

【0107】この結果、吸蔵還元型NOx触媒20に流入する排気

の空燃比は、比較的短い周期で「リーン」と「スパイク的な目標リッチ空燃比」とを交互に繰り返すことになり、以て、吸蔵還元型NOx触媒20が窒素酸化物（NOx）の吸収と放出・還元とを交互に短周期的に繰り返すことになる。

【0108】また、EGR制御では、CPU351は、RAM353に記憶されている機関回転数、水温センサ34の出力信号（冷却水温度）、アクセル開度センサ36の出力信号（アクセル開度）等を読み出し、EGR制御の実行条件が成立しているか否かを判別する。

【0109】上記したEGR制御実行条件としては、冷却水温度が所定温度以上にある、内燃機関1が始動時から所定時間以上連続して運転されている、アクセル開度の変化量が正值である等の条件を例示することができる。

【0110】上記したようなEGR制御実行条件が成立していると判定した場合は、CPU351は、機関回転数とアクセル開度とをパラメータとしてEGR弁開度制御マップへアクセスし、前記機関回転数及び前記アクセル開度に対応した目標EGR弁開度を算出する。CPU351は、前記目標EGR弁開度に対応した駆動電力をEGR弁26に印加する。一方、上記したようなEGR制御実行条件が成立していないと判定した場合は、CPU351は、EGR弁26を全閉状態に保持すべく制御する。

【0111】ここで、本発明においては、内燃機関1の始動直後等でNOx触媒20が活性温度に達していないときに、吸気中のEGRガス割合を調整して排気中の有

害物質を低減し、更に、NOx触媒20を早期に温度上昇させることとした。

【0112】以下、本発明に係るEGR制御について述べる。

【0113】内燃機関1の始動直後はNOx触媒20が活性温度に達していないため、NOx触媒20が機能していない。

【0114】このような状態においては、排気中のNOxは浄化されずにNOx触媒20を通過し、大気中に放出されることになる。

【0115】ここで、NOx触媒20の温度を早期に上昇させる手段として、内燃機関1の膨張行程中に燃料を副次的に噴射させる副噴射（ポスト噴射）を行うことが有効である。このように膨張行程で燃料を噴射させるのは、圧縮行程中に行う燃料噴射は機関出力を上昇させ運転状態が悪化する虞があるためである。副噴射により噴射された燃料は気筒2内で燃焼し気筒2内のガス温度を上昇させる。温度が上昇したガスは排気となって排気管19を通りNOx触媒20に到達し、NOx触媒20の温度を上昇させる。このように副噴射を用いるとNOx触媒の温度を早期に上昇させることができる。

【0116】副噴射の量及び噴射時期は、アクセル開度と機関回転数と副噴射量又は副噴射時期との関係を予めマップ化しておきROM352に記憶させておけば、そのマップとアクセル開度と機関回転数とから算出することができる。更に、パラメータとして内燃機関1の冷却水温度を加えてもよい。

【0117】しかし、NOx触媒20の温度が上昇し、触媒の活性温度に達するまでにはある程度の時間が必要となる。この間に排出されるNOxは浄化されずにNOx触媒20を通過し、大気中へと放出される。そこで、この間のNOx排出量を低減する必要が生じる。

【0118】NOx排出量を低減する手段としてEGRの使用が挙げられる。図4は、吸気中のEGRガス割合とNOx排出量との関係を求めた図である。この図から、EGRガス割合が大きいほどNOx排出量が減少することが判る。しかし、EGRガスとなって再循環する排気ガスは、NOx触媒20を加熱することなく気筒2内へ吸入される。この間にEGRガスの温度は低下するので、EGRガス割合が大きいほどNOx触媒20に到達する排気の温度は低くなり、NOx触媒20を早期に温度上昇させるという当初の目的に反することとなる。

【0119】このように、NOxの排出量を低減するという点においては、吸気中のEGRガス割合は大きいほど良いが、NOx触媒20の早期温度上昇という点においては、EGRガス割合は小さいほど良い。

【0120】また、吸気絞り弁13を使用すると、内燃機関1に吸入される新気量を調整することができ、空燃比制御が容易に行えるため排気浄化に有効である。しかし、吸気絞り弁13によって内燃機関1に吸入される新

気の量が制限され気筒 2 内の圧力が低くなるために、内燃機関の圧縮行程における圧縮圧力が上昇せず、失火する虞がある。図 5 は、吸気中の EGR ガス割合と気筒 2 内の圧縮圧力との関係を求めた図である。この図から、EGR ガス割合が大きいくほど圧縮圧力が高くなることが判る。即ち、EGR ガスを吸入させると気筒 2 内の圧力低下を抑制し、圧縮圧力を増加させ、失火を抑制することができる。

【0121】一方、図 6 は吸気中の EGR ガス割合と未燃炭化水素量 (THC: Total Hydrocarbons) との関係を求めた図である。吸気中の EGR ガス割合が大きくなると吸気中の新気の割合が小さくなるために失火の原因となり THC 排出量が増加する。反対に排気中の EGR ガス割合を小さくすると、吸気絞り弁 13 を使用している場合には、圧縮圧力が低下するために失火の原因となり THC 排出量が増加する。

【0122】このように、内燃機関 1 に吸入された吸気中の EGR ガス割合は、排気中のガス成分及び NO_x触媒 20 の温度上昇に影響する。

【0123】そこで、排気中の有害成分の低減及び NO_x触媒 20 の早期温度上昇を実現するための最適な EGR ガス割合を求めることが重要となる。

【0124】本発明においては、最適な EGR ガス割合を定め、その割合となるように EGR 制御を行い上記問題を解決した。

【0125】ここで、実験により求められた図 4 乃至図 6 に基づいて、最適な EGR ガス割合は、吸気中の 10 パーセント以下とするのが好ましい。このような割合にすることにより、NO_xの排出を抑制することができ、必要とされる圧縮圧力を確保することができ、THC の排出を抑制することができる。

【0126】本実施の形態に係る EGR 制御では、CPU 351 は、内燃機関 1 の吸入新気量をパラメータとして EGR 弁 26 の開度をフィードバック制御し、吸入新気量及び EGR ガス量を調整する。

【0127】EGR 弁フィードバック制御では、例えば、CPU 351 は、アクセル開度や機関回転数等をパラメータとして内燃機関 1 の目標吸入新気量を決定する。その際、アクセル開度と機関回転数と目標吸入新気量との関係を予めマップ化しておき、そのマップとアクセル開度と機関回転数とから目標吸入新気量が算出される。

【0128】また、上記したようにエミッションの要求から吸気中の EGR ガス割合が、10 パーセント以下となるように EGR ガス量及び吸入新気量を調整することが好ましい。そこで、CPU 351 は、算出された目標吸入新気量に基づいて吸気中の EGR ガス割合が 10 パーセント以下となるような目標 EGR ガス量を算出する。

【0129】ここで、EGR 弁 26 及び吸気絞り弁 13

の開弁変化量と内燃機関 1 に吸入される EGR ガス量との関係を予め実験により求めてマップ化し ROM 352 に記憶させておけば、目標 EGR ガス量に基づいて EGR 弁 26 及び吸気絞り弁 13 の開弁量を補正するための開弁補正量を算出することができる。更に、パラメータとして内燃機関 1 の冷却水温度を加えてもよい。

【0130】CPU 351 は、前記算出された開弁補正量に基づいて EGR 弁 26 及び吸気絞り弁 13 の開弁量を変更し EGR ガス量及び吸入新気量を調整する。

【0131】上記した手順により目標吸入新気量及び目標 EGR ガス量が決定されると、CPU 351 は、RAM 353 に記憶されたエアフローメータ 11 の出力信号値 (実際の吸入新気量) を読み出し、実際の吸入新気量と目標吸入新気量とを比較する。

【0132】前記した実際の吸入新気量が目標吸入新気量より少ない場合には、CPU 351 は、EGR 弁 26 を所定量開弁させ、吸気絞り弁 13 を所定量開弁させる。この場合、EGR 通路 25 から吸気枝管 8 へ流入する EGR ガス量が減少し、それに応じて内燃機関 1 の気筒 2 内に吸入される EGR ガス量が減少することになる。その結果、内燃機関 1 の気筒 2 内に吸入される新気の量は、EGR ガスが減少した分だけ増加する。

【0133】一方、実際の吸入新気量が目標吸入新気量より多い場合には、CPU 351 は、EGR 弁 26 を所定量開弁させ、吸気絞り弁 13 を所定量開弁させる。この場合、EGR 通路 25 から吸気枝管 8 へ流入する EGR ガス量が増加し、それに応じて内燃機関 1 の気筒 2 内に吸入される EGR ガス量が増加する。この結果、内燃機関 1 の気筒 2 内に吸入される新気の量は、EGR ガスが増加した分だけ減少する。

【0134】以上のように EGR ガス量と吸入新気量を調整することにより吸気中の EGR ガス割合を 10 パーセント以下に調整することができる。

【0135】次に、本実施の形態の制御フローについて説明する。

【0136】図 7 は、本実施の形態に係る NO_x触媒昇温及び EGR 制御のフローチャート図である。

【0137】ステップ 101 では、RAM 353 に記憶されているアクセル開度や機関回転数のデータの読み込みが行われる。

【0138】ステップ 102 では、RAM 353 に記憶されている冷却水温度、排気温度等のデータの読み込みが行われる。

【0139】ステップ 103 では、NO_x触媒 20 の床温が所定温度 (例えば 300℃) 以下であり、且つ、内燃機関 1 の冷却水温度が所定温度 (例えば 60℃) 以下であるか否かの判定を行う。ここでは、副噴射による NO_x触媒 20 の昇温及び EGR ガス割合を所定割合以下にする必要があるか否かの判定が行われる。

【0140】ここで、NO_x触媒 20 の床温は排気温度

10

20

30

40

50

センサ 24 の出力値を代用する。

【0141】この条件を満たしている場合はステップ 105 へ進み、満たしていない場合は、ステップ 104 へ進む。

【0142】ステップ 104 では、NOx 触媒 20 が活性温度に達しているか又は内燃機関 1 が暖機された状態なので、通常どりの燃料噴射制御及び EGR 制御が行われる。即ち、NOx 触媒 20 を早期昇温するための制御は行われない。

【0143】ステップ 105 では、NOx 触媒 20 が活性温度に達していないで且つ内燃機関 1 が暖機されていない状態なので、NOx 触媒 20 を早期に活性温度まで昇温させるための制御が開始される。

【0144】ステップ 106 では、副噴射及び EGR ガス割合を所定割合以下にする EGR 制御が行われる。NOx 触媒 20 の早期昇温が図られ、また、NOx、THC 等の有害ガス成分の発生が抑制される。

【0145】このようにして、NOx 触媒 20 及び内燃機関 1 の状態に基づいて、EGR ガス割合を変更することができる。

【0146】また、NOx 触媒 20 が活性温度に達していないときには、EGR ガス割合を所定値以下に調整することにより、NOx、THC 等の有害ガス成分の発生を抑制することができる。

【0147】さらに、EGR クーラ等を通する EGR ガス量を減少させるので、EGR ガスが不要に冷却されることなく NOx 触媒 20 の早期暖機が可能となるので、内燃機関 1 の始動直後においても NOx を早期に浄化することができる。

【0148】このようにして EGR ガス割合に対応した空燃比制御を行うことができ、排気エミッションの悪化を防止することができる。

【0149】

【発明の効果】本発明によれば、吸気中の EGR ガス割合を 10 パーセント以下に調整し、排気の温度を上昇させて排気浄化装置を早期に温度上昇させつつ排気中の有害成分を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を適用する内燃機関とその吸排気系の概略構成を示す図であ

＊る。

【図 2】 (A) は、吸蔵還元型 NOx 触媒の NOx 吸収メカニズムを説明する図である。(B) は、吸蔵還元型 NOx 触媒の NOx 放出メカニズムを説明する図である。

【図 3】 ECU の内部構成を示すブロック図である。

【図 4】 排気中の EGR ガス割合と NOx 排出量との関係を示す図である。

【図 5】 排気中の EGR ガス割合と気筒内の圧縮圧力との関係を示す図である。

【図 6】 排気中の EGR ガス割合と未燃炭化水素量との関係を示す図である。

【図 7】 本発明に係る NOx 触媒昇温制御及び EGR 制御のフローチャート図である。

1・・・内燃機関

2・・・気筒

3・・・燃料噴射弁

4・・・コモンレール

5・・・燃料供給管

6・・・燃料ポンプ

20 18・・・排気枝管

19・・・排気管

20・・・吸蔵還元型 NOx 触媒

21・・・排気絞り弁

23・・・空燃比センサ

25・・・EGR 通路

26・・・EGR 弁

27・・・EGR クーラ

28・・・還元剤噴射弁

29・・・還元剤供給路

30 30・・・流量調整弁

31・・・遮断弁

32・・・還元剤圧力センサ

33・・・クランクポジションセンサ

34・・・水温センサ

35・・・ECU

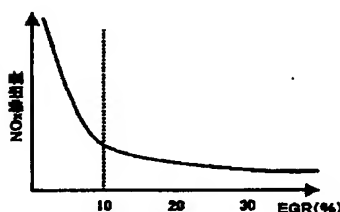
351・・・CPU

352・・・ROM

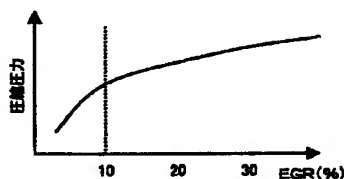
353・・・RAM

354・・・バックアップ RAM

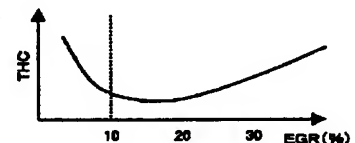
【図 4】



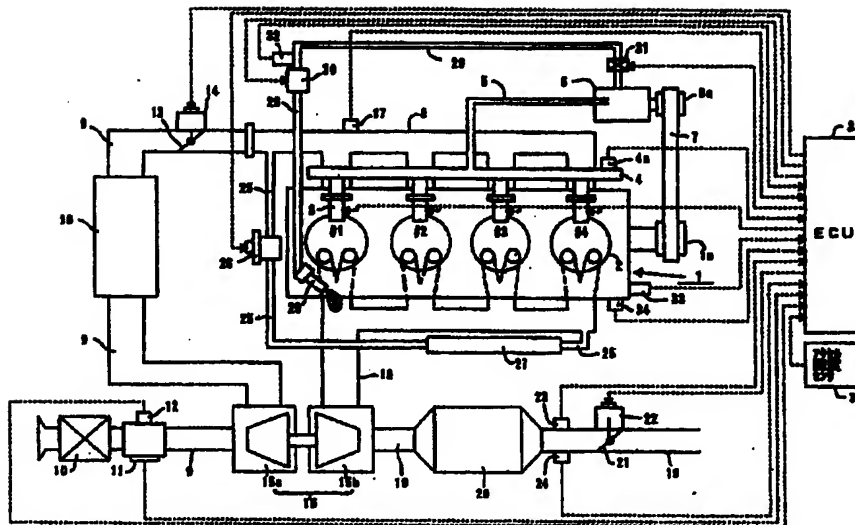
【図 5】



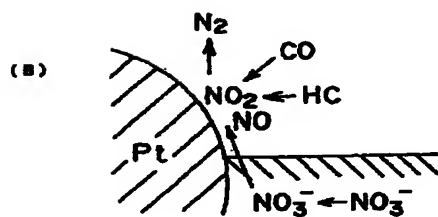
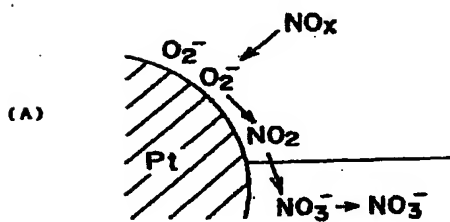
【図 6】



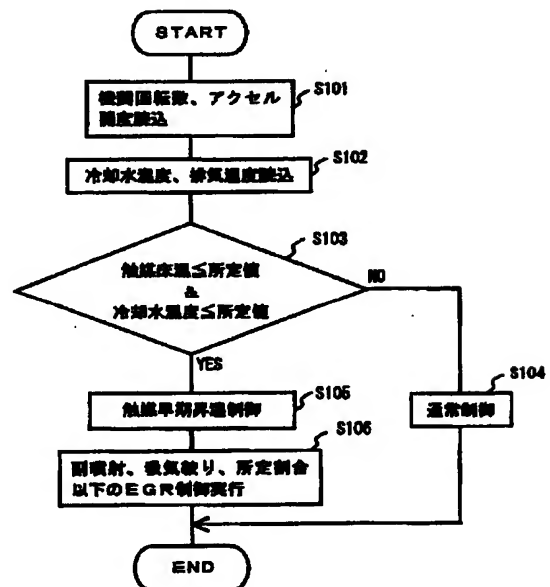
【図1】



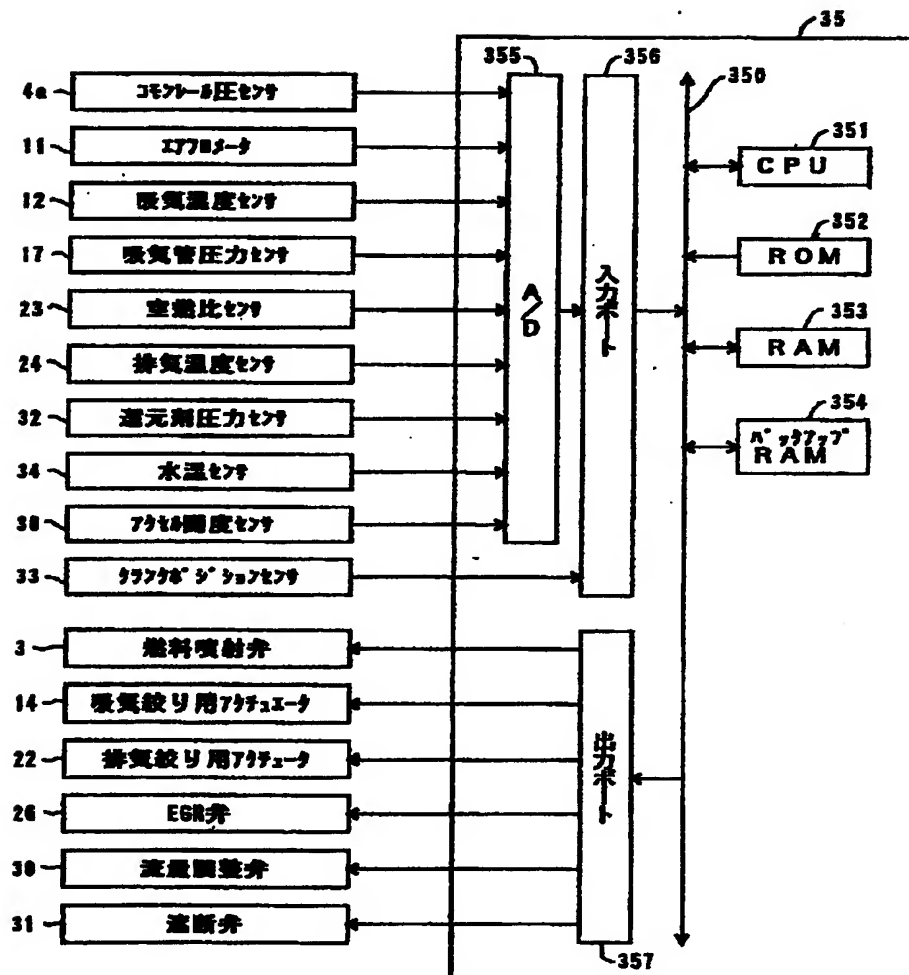
【図2】



【図7】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		識別記号		FI		サーチコード (参考)	
F 0 1 N	3/24			F 0 1 N	3/24	S	3 G 3 0 1
				F 0 2 D	9/02	S	4 D 0 4 8
F 0 2 D	9/02						3 0 1 Z
		3 0 1			21/08		3 0 1 A
	21/08	3 0 1					3 0 1 B
					41/06		3 1 0
	41/06	3 1 0			41/38		B
	41/38				45/00		3 1 4 B
	45/00	3 1 4		F 0 2 M	25/07		5 5 0 R
F 0 2 M	25/07	5 5 0					5 7 0 J
		5 7 0					5 7 0 D
							5 7 0 E

B O I D 53/36

1 0 1 A

- (72)発明者 曲田 尚史
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 小林 正明
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 柴田 大介
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 根上 秋彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 小田 富久
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 原田 泰生
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 大坪 康彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 青山 太郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G062 AA01 AA05 AA06 BA05 BA06
DA09 EA10 ED08 FA08 GA01
GA04 GA06 GA08 GA09 GA15
GA17 GA22
3G065 AA01 AA03 AA10 GA01 GA05
GA09 GA10 GA12 GA18 GA27
GA41 GA46
3G084 AA01 AA03 BA05 BA13 BA19
BA20 CA01 DA10 EB02 EB16
EC02 FA07 FA10 FA20 FA33
3G091 AA02 AA10 AA11 AA12 AA18
AA28 AB05 AB06 BA03 BA11
BA14 BA32 BA33 CA13 CA18
CB02 CB03 CB07 CB08 DA01
DA02 DB10 DC01 EA00 EA01
EA05 EA06 EA07 EA15 EA16
EA17 EA30 EA31 EA34 FA02
FA04 FA06 FA12 FB02 FB10
FB11 FB12 FC07 GB01X
GB02W GB03W GB04W GB05W
GB06W GB10X GB16X HA37
HB05 HB06
3G092 AA02 AA17 AA18 AB03 BA01
BB02 BB13 DC03 DC12 DE02S
DG08 EA05 EA17 EC02 FA17
GA01 GA02 HA01Z HA04Z
HA06X HB01X HD07X HE01Z
HE04Z
3G301 HA02 HA06 HA11 HA13 JA25
KA01 LA03 NA08 NC01 NC04
ND02 NE13 PA01Z PA10Z
PD15A PE01Z PE04Z PE08Z
PF03Z
4D048 AA06 AB02 AC02 BA15X
BA30X CA01 DA01 DA02
EA04